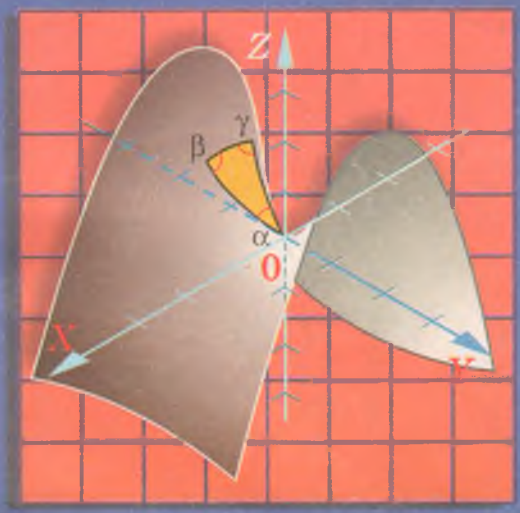
В. А. Касьянов

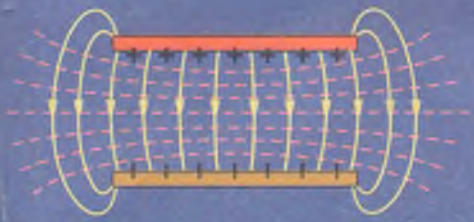
ФИЗИКА



10

класс

Тематическое и поурочное планирование



дрофа

В.А.Касьянов

ФИЗИКА

Тематическое и поурочное планирование

10

класс

4-е издание, исправленное

ДРОФА
Москва · 2003

УДК 372.853
ББК 74.262.22
К28

Касьянов В. А.

К28 Физика. 10 кл.: Тематическое и поурочное планирование. — 4-е изд., испр. — М.: Дрофа, 2003. — 128 с.: ил.

ISBN 5—7107—7642—4

Пособие адресовано учителям. В нем приводится поурочное и тематическое планирование из расчета 3 часа преподавания физики в неделю, подробное планирование с методическими указаниями при 4 часах физики в неделю, варианты контрольных работ.

В данном пособии уроки обозначены дробью: в числителе — номер урока в теме, а в знаменателе — номер урока с начала изучения курса.

УДК 372.853
ББК 74.262.22

ISBN 5—7107—7642—4

Предисловие

Физика основной средней школы, анализируя экспериментальные данные, изучает отдельные явления, исследует их количественные закономерности, находит связи между физическими величинами, их характеристиками, изучает законы, описывающие эти явления.

Физика старшей школы исследует взаимосвязь физических явлений, определяя общий подход к описанию различных экспериментов. В предлагаемом курсе физика не является совокупностью отдельных специальных глав и законов, сформулированных великими учеными и интерпретируемых с помощью абстрактных задач.

Основные цели курса

1. Дать общие представления о научных методах: получении экспериментальных данных, поиске корреляции между явлениями, создании и обсуждении рабочих гипотез при понимании ограниченности модельных методов, иерархии и преемственности научных теорий, проверке гипотез опытом, изменении интерпретации явлений по мере накопления знаний, вариативности подходов к анализу явлений.

2. Ввести наиболее общие законы и принципы физики, позволяющие установить фундаментальную взаимосвязь микро- и макроскопических процессов, показать возможность их непосредственного использования в повседневном опыте.

3. Выработать общие представления об окружающем мире, структуре Вселенной, возможном механизме ее возникновения, эволюции и перспективах развития.

4. Сформировать представления о научных аспектах охраны окружающей среды.

5. Выработать независимый научный подход к анализу новых физических, химических, биологических явлений без привлечения легко доступных псевдотеорий (эзотерики, астрологии и т. п.), заменяющих систематическое образование, подобно чудотворным таблеткам.

Необходимый уровень образования по физике выпускника общеобразовательной школы, гимназии, лицея наряду с расширением интеллектуального кругозора и выработкой научных представлении об окружающем мире должен позволить использовать научные принципы и методы в принятии собственных решений, о казаться достаточным для компетентного участия в дискуссиях о сути научных и технических проектов. По мнению автора, особенностями преподавания физики в общеобразовательной школе должны быть:

1) использование простых, адекватных математических методов, качественных оценок и приближений;

2) максимальная наглядность и иллюстративность физических моделей;

3) внутренняя логика курса в целом (а не только отдельных его глав), доказательность основных теоретических положений.

1. Учитывая, что математика широко используется в научных исследованиях (и является обязательным вступительным экзаменом как в технических, так и в гуманитарных университетах), физика как точная естественная наука наиболее удачна для иллюстрации точных количественных соотношений между величинами, проверяемых экспериментально. Сведение к минимуму математических соотношений, позволяющих предсказывать результаты экспериментов, снижает доверие к доказательности физических закономерностей, к рациональности процесса познания, приводит к поверхностным, несформировавшимся знаниям.

2. Принципиально новые возможности в достижении максимальной наглядности и иллюстративности физических моделей и явлений открывает использование учебных видео- и компьютерных программ. Не заменяя непосредственный эксперимент или традиционные демонстрационные опыты, видеофильмы и компьютерные иллюстрации служат равноценным дополнением к ним, иллюстрируя или моделируя явления, которые невозможно реализовать в лабораторных условиях (например, атмосферные разряды, полярные сияния) или наблюдать явно (движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях). Возможности самостоятельно изменять в широких пределах экспериментальные параметры в компьютерных программах обеспечивают более глубокое и разностороннее усвоение материала учащимися, вызывают творческий интерес.

3. Внутренняя логика курса отражает последовательный переход от физических макромоделей (в сторону уменьшения пространственных масштабов) к моделям микромира.

При изучении механического движения тел методами кинематики, динамики, теории механических колебаний в качестве основных идеализированных моделей тел используются: материальная точка в изотропном евклидовом пространстве и недеформируемое абсолютно твердое тело. Силы электромагнитной природы (упругости, реакции, трения) при таком рассмотрении движения тел вводятся феноменологически. Такие же модели используются при описании движения тел в релятивистской механике, определяющей границы применимости классической механики Ньютона и корректирующей представления «здравого смысла» о пространстве и времени. По этой причине элементы релятивистской механики рассматриваются в курсе сразу после механики Ньютона.

Изучение структуры вещества на меньших пространственных масштабах ($10^{-6} \div 10^{-10}$ м) исключает

возможность использования основных моделей механики. При таких условиях становится необходимой детализация молекулярной структуры четырех состояний вещества — предмета изучения молекулярно-кинетической теории. Наличие структурной деформируемой, упругой среды является необходимым условием распространения механических и звуковых волн. Именно поэтому этот раздел курса завершает изложение молекулярной физики. Следующий шаг вглубь структуры вещества (соответствующий, согласно соотношению неопределенности, переходу к большим энергиям) — рассмотрение электромагнитного взаимодействия на 36—39 порядков более сильного, чем гравитационное. Получение правильных результатов с помощью механики Ньютона при рассмотрении движения тел, взаимодействующих лишь гравитационно (без строгого учета электромагнитных полей, созданных заряженными частицами тел), объясняется уникальной компенсацией полей этих зарядов вне тел. При рассмотрении электростатики, завершающей программу 10 класса, впрочем, как и других разделов курса, существенное внимание уделяется ее современным приложениям.

Последовательность изучения разделов курса физики в настоящем учебнике в основном соответствует программам и учебным пособиям, используемым в средней (полной) общеобразовательной школе. Одинаковые принципы построения программ помогают решить проблему мобильности учащихся, т. е. позволяют учащимся общеобразовательных школ, гимназий, лицеев, переходящим в среднюю (полную) школу гуманитарного или физико-математического профиля:

1) легко адаптироваться к курсу физики;

2) поступать в вуз любого профиля.

В соответствии с предлагаемой программой курс физики должен способствовать формированию и развитию у учащихся следующих научных знаний и умений:

— основ современных физических теорий (понятий, теоретических моделей, законов, экспериментальных результатов);

— систематизации научной информации (теоретической и экспериментальной);

— выдвижения гипотез, планирования эксперимента или его моделирования;

— оценки погрешности измерений, совпадения результатов эксперимента с теорией, понимания границ применимости физических моделей и теорий.

Для формирования экспериментальных умений предусмотрена система фронтальных лабораторных работ (выпущена тетрадь для лабораторных работ).

К каждому параграфу курса в учебнике приведены контрольные вопросы (их общее число в учебнике 448). Кроме того, ко всем параграфам, где обсуждаются количественные соотношения между величинами, дается по пять задач (их общее число в учебнике 305). Задачи упорядочены хронологически, т. е. в последовательности прохождения материала параграфа. Уровень сложности задач возрастает от первой задачи к пятой.

На изучение курса физики 10 класса отводится 136 ч (4 ч в неделю).

Учитывая разный объем часов, отводимых на изучение физики в общеобразовательных и профильных школах, возможно двухуровневое использование настоящего учебника:

1) в общеобразовательных школах изучается весь материал за исключением параграфов и разделов, выделенных синим цветом, предусмотренных для дополнительного чтения или углубленного изучения материала (в данном пособии они отмечены *);

2) при 3 ч в неделю, отводимых на изучение курса физики, изучаются все параграфы и разделы, кроме выделенных синим цветом. В школах гуманитарного профиля могут быть опущены все расчетные задачи к параграфам.

Тематическое и поурочное планирование изучения учебного материала

(102 ч, 3 ч в неделю)

Введение (2 ч)

Урок 1/1. Физический эксперимент, теория. Физические модели (§ 1—4).

Урок 2/2. Фундаментальные взаимодействия, симметрия. Единицы физических величин (§ 5—8).

Механика (48 ч)

Кинематика материальной точки (16 ч)

Урок 3/1. Траектория. Закон движения (§ 9).

Урок 4/2. Перемещение. Путь (§ 10).

Урок 5/3. Средняя и мгновенная скорость (§ 11).

Урок 6/4. Относительная скорость движения тел (§ 11).

Урок 7/5. Равномерное прямолинейное движение (§ 12).

Урок 8/6. Ускорение (§ 13).

Урок 9/7. Прямолинейное движение с постоянным ускорением (§ 14).

Урок 10/8. Свободное падение тел (§ 15).

Урок 11/9. Лабораторная работа № 1 «Измерение ускорения свободного падения».

Урок 12/10. Графическое описание свободного падения без начальной скорости (§ 16).

Урок 13/11. Одномерное движение в поле тяжести при наличии начальной скорости (§ 16).

Урок 14/12. Баллистическое движение, траектория (§ 17).

Урок 15/13. Скорость при баллистическом движении (§ 17).

Урок 16/14. Кинематика вращательного движения (§ 18).

Урок 17/15. Кинематика колебательного движения (§ 18).

Урок 18/16. Контрольная работа № 1 «Кинематика материальной точки».

Динамика материальной точки (11 ч)

Урок 19/1. Принцип относительности Галилея (§ 19).

Урок 20/2. Первый закон Ньютона (§ 20).

Урок 21/3. Второй закон Ньютона (§ 21).

Урок 22/4. Третий закон Ньютона (§ 22).

Урок 23/5. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения (§ 23).

Урок 24/6. Сила тяжести (§ 24).

Урок 25/7. Сила упругости. Вес тела (§ 25).

Урок 26/8. Сила трения (§ 26).

Урок 27/9. Применение законов Ньютона (§ 27).

Урок 28/10. Лабораторная работа № 2(4)[1] «Движение тела по окружности под действием силы тяжести и упругости».

Урок 29/11. Контрольная работа № 2 «Динамика материальной точки».

Законы сохранения (9 ч)

Урок 30/1. Импульс материальной точки (§ 28).

Урок 31/2. Закон сохранения импульса (§ 29).

Урок 32/3. Работа силы (§ 30).

Урок 33/4. Потенциальная энергия (§ 31).

Урок 34/5. Потенциальная энергия сил гравитации и упругости (§ 32).

Урок 35/6. Кинетическая энергия (§ 33).

Урок 36/7. Мощность (§ 34).

Урок 37/8. Закон сохранения механической энергии (§ 35).

Урок 38/9. Абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения (§ 36).

---

[1] В скобках приведен номер работы по книге: *Касьянов В. А., Коровин В. А.*, Физика. 10 класс: Тетрадь для лабораторных работ. М.: Дрофа, 2002.

Динамика периодического движения (6 ч)

Урок 39/1. Движение тел в гравитационном поле (§ 37).

Урок 40/2. Лабораторная работа № 3(5) «Проверка закона сохранения энергии при действии сил тяжести и упругости».

Урок 41/3. Динамика свободных колебаний (§ 38).

Урок 42/4. Колебательная система под действием внешних сил (§ 39).

Урок 43/5. Вынужденные колебания. Резонанс (§ 40).

Урок 44/6. Контрольная работа № 3 «Законы сохранения».

Релятивистская механика (6 ч)

Урок 45/1. Постулаты специальной теории относительности (§ 41).

Урок 46/2. Относительность времени (§ 42).

Урок 47/3. Замедление времени (§ 43).

Урок 48/4. Релятивистский закон сложения скоростей (§ 44).

Урок 49/5. Взаимосвязь массы и энергии (§ 45).

Урок 50/6. Контрольная работа № 4 «Релятивистская механика».

Молекулярная физика (34 ч)

Молекулярная структура вещества (2 ч)

Урок 51/1. Масса атомов. Молярная масса (§ 46).

Урок 52/2. Агрегатные состояния вещества (§ 47).

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (9 ч)

Урок 53/1. Распределение молекул идеального газа в пространстве (§ 48).

Урок 54/2. Распределение молекул идеального газа по скоростям (§ 49).

Урок 55/3. Температура (§ 50).

Урок 56/4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (§ 51).

Урок 57/5. Уравнение Клапейрона—Менделеева (§ 52).

Урок 58/6. Изотермический и изобарный процессы (§ 53).

Урок 59/7. Лабораторная работа № 4(6) «Изучение изотермического процесса в газе».
Урок 60/8. Изохорный процесс (§ 53).
Урок 61/9. Контрольная работа № 5 «Молекулярная физика».

Термодинамика (7 ч)

Урок 62/1. Внутренняя энергия (§ 54).
Урок 63/2. Работа газа при изопроцессах (§ 55).
Урок 64/3. Первый закон термодинамики (§ 56).
Урок 65/4. Адиабатный процесс (§ 57).
Урок 66/5. Тепловые двигатели (§ 58).
Урок 67/6. Второй закон термодинамики (§ 59).
Урок 68/7. Контрольная работа № 6 «Термодинамика».

Жидкость и пар (5 ч)

Урок 69/1. Фазовый переход пар — жидкость (§ 60).
Урок 70/2. Испарение. Конденсация (§ 61).
Урок 71/3. Насыщенный пар. Влажность воздуха (§ 62).
Урок 72/4. Кипение жидкости (§ 63).
Урок 73/5. Поверхностное натяжение (§ 64).

Твердое тело (5 ч)

Урок 74/1. Кристаллизация и плавление твердых тел (§ 66).
Урок 75/2. Лабораторная работа № 5(8) «Измерение удельной теплоемкости вещества».
Урок 76/3. Структура твердых тел (§ 67).
Урок 77/4. Механические свойства твердых тел (§ 69).
Урок 78/5. Контрольная работа № 7 «Агрегатные состояния вещества».

Механические и звуковые волны (6 ч)

Урок 79/1. Распространение волн в упругой среде (§ 70).
Урок 80/2. Периодические волны (§ 71).
Урок 81/3. Стоячие волны (§ 72).
Урок 82/4. Звуковые волны (§ 73).
Урок 83/5. Высота, тембр, громкость звука (§ 74).
Урок 84/6. Контрольная работа № 8 «Механические и звуковые волны».

Электродинамика (16 ч)

Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (7 ч)

Урок 85/1. Электрический заряд. Квантование заряда (§ 75).

Урок 86/2. Электризация тел. Закон сохранения заряда (§ 76).

Урок 87/3. Закон Кулона (§ 77).

Урок 88/4. Напряженность электростатического поля (§ 79).

Урок 89/5. Линии напряженности электростатического поля (§ 80).

Урок 90/6. Принцип суперпозиции электростатических полей (§ 81).

Урок 91/7. Контрольная работа № 9 «Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов».

Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (9 ч)

Урок 92/1. Работа сил электростатического поля (§ 82).

Урок 93/2. Потенциал электростатического поля (§ 83).

Урок 94/3. Электрическое поле в веществе (§ 84).

Урок 95/4. Диэлектрики в электростатическом поле (§ 85).

Урок 96/5. Проводники в электростатическом поле (§ 86).

Урок 97/6. Электроемкость уединенного проводника (§ 88).

Урок 98/7. Электроемкость конденсатора (§ 89).

Урок 99/8. Энергия электростатического поля (§ 90).

Урок 100/9. Контрольная работа № 10 «Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов».

Резерв времени (2 ч)

Тематическое и поурочное планирование изучения учебного материала

(136 ч, 4 ч в неделю)

Глава (ч), §	§ учебника	№ урока по теме главы	№ урока с начала учебного года	Лабораторная или контрольная работа
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Введение				
	§ 1—4	1	1	
	§ 5—7	2	2	
	§ 8	3	3	
Механика (60 ч)				
Кинематика материальной точки (23 ч) § 9—18	§ 9	1	4	
		2	5	
	§ 10	3	6	
		4	7	
	§ 11	5	8	
		6	9	
		7	10	
	§ 12	8	11	
		9	12	
	§ 13	10	13	

1	*2*	*3*	*4*	*5*
	§ 14	11	14	
		12	15	
	§ 15	13	16	
		14	17	ЛР-1
	§ 16	15	18	
		16	19	
		17	20	
	§ 17	18	21	
		19	22	
		20	23	ЛР-2*
	§ 18	21	24	
		22	25	
		23	26	КР-1
Динамика материальной точки (11 ч) § 19—27	§ 19	1	27	
	§ 20	2	28	
	§ 21	3	29	
	§ 22	4	30	
	§ 23	5	31	
	§ 24	6	32	
	§ 25	7	33	
	§ 26	8	34	ЛР-3*
	§ 27	9	35	
		10	36	ЛР-4
		11	37	КР-2

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Законы сохранения (13 ч) § 28—36	§ 28	1	38	
	§ 29	2	39	
		3	40	
	§ 30	4	41	
		5	42	
	§ 31, 32	6	43	
	§ 33	7	44	
		8	45	
	§ 34	9	46	
	§ 35	10	47	
		11	48	
	§ 36	12	49	
		13	50	
Динамика периодического движения (7 ч) § 37—40	§ 37	1	51	
		2	52	ЛР-5
	§ 38	3	53	
	§ 39	4	54	
	§ 40	5	55	
		6	56	
		7	57	КР-3
Релятивистская механика (6 ч) § 41—45	§ 41	1	58	
	§ 42	2	59	
	§ 43	3	60	
	§ 44	4	61	

1	*2*	*3*	*4*	*5*
	§ 45	5	62	
		6	63	КР-4
Молекулярная физика (45 ч)				
Молекулярная структура вещества (4 ч) § 46, 47	§ 46	1	64	
		2	65	
	§ 47	3	66	
		4	67	
Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (13 ч) § 48—53	§ 48	1	68	
		2	69	
	§ 49	3	70	
		4	71	
	§ 50	5	72	
	§ 51	6	73	
		7	74	
	§ 52	8	75	
		9	76	
	§ 53	10	77	
		11	78	ЛР-6
		12	79	
		13	80	КР-5
Термодинамика (10 ч) § 54—59	§ 54	1	81	
		2	82	
	§ 55	3	83	
		4	84	

1	*2*	*3*	*4*	*5*
	§ 56	5	85	
		6	86	
	§ 57	7	87	
	§ 58	8	88	
	§ 59	9	89	
		10	90	КР-6
Жидкость и пар (6 ч) § 60—65	§ 60	1	91	
	§ 61	2	92	
	§ 62	3	93	
	§ 63	4	94	
	§ 64	5	95	
	§ 65	6	96	ЛР-7*
Твердое тело (4 ч) § 66—69	§ 66	1	97	ЛР-8
	§ 67, 68*	2	98	
	§ 69	3	99	
		4	100	КР-7
Механические и звуковые волны (8 ч) § 70—74	§ 70	1	101	
		2	102	
	§ 71	3	103	
		4	104	
	§ 72	5	105	
	§ 73	6	106	
	§ 74	7	107	
		8	108	КР-8

700

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Электродинамика (23 ч)				
Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (10 ч) § 75—81	§ 75	1	109	
	§ 76	2	110	
	§ 77	3	111	
	§ 78*	4	112	
	§ 79	5	113	
	§ 80	6	114	
	§ 81	7	115	
		8	116	
		9	117	
		10	118	КР-9
Энергия электромагнитного взаимодействия (13 ч) § 82—90	§ 82	1	119	
	§ 83	2	120	
		3	121	
	§ 84	4	122	
	§ 85	5	123	
		6	124	
	§ 86, 87*	7	125	
	§ 88	8	126	
	§ 89	9	127	
		10	128	ЛР-9*
	§ 90	11	129	
		12	130	
		13	131	КР-10

Фронтальные лабораторные работы

I полугодие

1. Измерение ускорения свободного падения [3, с. 208][1], *урок* 14/17.

2*[2]. Изучение движения тела, брошенного горизонтально [3, с. 220], *урок* 20/23.

3*. Измерение коэффициента трения скольжения [3, с. 230], *урок* 8/34.

4. Движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости [3, с. 226], *урок* 10/36.

5. Проверка закона сохранения энергии при действии сил тяжести и упругости [3, с. 252], *урок* 2/52.

II полугодие

6. Исследование изобарного процесса [3, с. 268], *урок* 11/78.

7*. Измерение среднего диаметра капилляров в теле [3, с. 273], *урок* 6/96.

8. Измерение удельной теплоемкости вещества [3, с. 149], *урок* 1/97.

9*. Измерение электроемкости конденсатора [3, с. 285], *урок* 10/128.

---

[1] Значком [3] обозначена книга: Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7—11 классах общеобразовательных учреждений: Кн. для учителя /Под ред. В. А. Бурова, Г. Г. Никифорова. М.: Просвещение, 1996.

[2] Звездочкой отмечены лабораторные работы, которые не входят в перечень обязательных работ примерной программы по физике среднего (полного) общего образования.

Поурочное планирование учебного материала
(136 ч, 4 ч в неделю)

ВВЕДЕНИЕ (3 ч)

Физика в познании вещества, поля, пространства и времени (3 ч)

Урок 1/1. Что изучает физика

■ **Основной материал.** Возникновение физики как науки. Органы чувств и процесс познания. Особенности научного эксперимента. Физические теории. Физическая модель. Пределы применимости физической теории.

■ **Демонстрации.** Распределение энергии в спектре [2, опыт 160][1].

■ **На дом.** § 1—4.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Материал введения кратко систематизирует основы научного рационального познания окружающего мира. Следует отметить, что физика, как и любая другая наука, основывается на наблюдениях, с помощью которых можно получить количественные соотношения. Возможность процесса познания человеком окружающего мира частично ограничивается уз-

---

[1] Значком [2] обозначена книга: *В. В. Буров, В. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др.* Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Ч. 2: Электричество, оптика и физика атома: Пособие для учителя /Под ред. А. А. Покровского. М.: Просвещение, 1972.

ким диапазоном восприятия органов чувств. Ограниченный частотный диапазон энергии, воспринимаемой человеческим глазом, можно продемонстрировать на опыте.

Термостолбик в этом опыте фиксирует невидимые глазом ультрафиолетовое и инфракрасное излучения. Следует подчеркнуть, что, несмотря на ограниченный диапазон чувственных восприятий, человеческий разум сумел понять природу многочисленных эффектов, происходящих вне этого диапазона, и определить структуру вещества на неразличимых глазом пространственных масштабах.

Каждая теория имеет определенные границы применимости, которые определяются физическими упрощающими предположениями, сделанными при постановке задачи и в процессе вывода соотношений.

Успех описания явления зависит от того, насколько удачно выбрана физическая модель, насколько адекватна она явлению. Стандартными физическими моделями являются материальная точка, абсолютно твердое тело, математический маятник, идеальные проводник и изолятор и т. д.

Урок 2/2. Симметрия и физические законы. Идея атомизма. Фундаментальные взаимодействия

■ **Основной материал.** Инварианты. Симметрия пространства и времени. Гипотеза Демокрита. Модели атома. Элементарные частицы. Виды фундаментальных взаимодействий и их радиус действия.

■ **На дом.** § 5—7.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обсуждение взаимосвязи симметрии пространства и времени с законами сохранения в физике желательно сопровождать дополнительными примерами:

симметрия вазы, архитектурных сооружений, бордюров стен зданий и галерей, зеркальных изображений, кристаллов.

Каждый закон сохранения отражает определенный тип непрерывной симметрии пространства и времени.

Обратите внимание учащихся на то, что идея атомизма в процессе человеческого познания была наиболее перспективной научной гипотезой о строении вещества.

Можно подчеркнуть, что каждое из четырех фундаментальных взаимодействий определяет конкретный процесс или явление в природе, например гравитационное — падение яблока, слабое — взрыв сверхновой звезды, электромагнитное — прыжок кузнечика, а сильное — радиоактивный распад веществ.

Урок 3/3. Единицы физических величин

■ **Основной материал.** Базовые физические величины механики. Методы измерения расстояний. Эталоны длины, времени, массы. Кратные и дольные единицы.

■ **На дом.** § 8, вопросы к § 8.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При описании основных единиц СИ следует отметить постоянное совершенствование эталонов физических величин, а также разную экспериментальную методику измерения малых и больших длин и промежутков времени.

Большой познавательный интерес учащихся обычно вызывает характерный диапазон изменения во Вселенной основных физических величин — длины, времени, массы.

МЕХАНИКА (60 ч)

Кинематика материальной точки (23 ч)

Урок 1/4. Траектория

■ **Основной материал.** Механическое движение. Материальная точка. Тело отсчета. Траектория.

■ **Демонстрации.** Движение по циклоиде [1, опыт 4 (3)][1].

■ **На дом.** § 9 (до закона движения).

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При объяснении понятия тела отсчета желательно привести несколько примеров тел отсчета, относительно которых определяется положение материальной точки. При описании механического движения людей, автомобилей, самолетов за тело отсчета обычно принимается Земля.

Внимание учащихся следует обратить на то, что форма траектории зависит от выбора тела отсчета.

Урок 2/5. Закон движения

■ **Основной материал.** Система отсчета. Радиус-вектор. Закон движения тела в координатной и векторной форме.

■ **На дом.** § 9.

Урок 3/6. Перемещение

■ **Основной материал.** Перемещение — векторная величина. Единица перемещения. Сложение перемещений.

---

[1] Значком [1] обозначена книга: *В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др.* Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Ч. 1: Механика, теплота: Пособие для учителя /Под ред. А. А. Покровского. М.: Просвещение, 1971.

■ **Демонстрации.** Сложение перемещений [1, опыт 4 (1, 2)].

■ **На дом.** § 10 (до пути и перемещения).

Урок 4/7. Путь и перемещение

■ **Основной материал.** Путь. Единица пути. Различие пути и перемещения.

■ **На дом.** § 10.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на то, что путь — скалярная величина, а перемещение — векторная. Путь и модуль вектора перемещения совпадают только при прямолинейном движении в одном направлении. При криволинейном движении путь больше модуля перемещения, так как длина дуги всегда больше длины стягивающей ее хорды.

В случае, если на уроке остается время, учащимся следует показать, что в неевклидовой геометрии сумма перемещений зависит от последовательности, в которой эти перемещения происходят.

Урок 5/8. Средняя скорость

■ **Основной материал.** Средняя скорость. Единица скорости.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 11.

■ **На дом.** § 11 (до мгновенной скорости).

Урок 6/9. Мгновенная скорость

■ **Основной материал.** Мгновенная скорость. Модуль мгновенной скорости. Вектор скорости.

■ **На дом.** § 11 (до относительной скорости), задача № 3 к § 11.

Урок 7/10. Относительная скорость движения тел

■ **Основной материал.** Относительная скорость при движении тел в одном направлении и при встречном движении.

Решение задач типа: № 4, 5 к § 11.

■ **На дом.** § 11.

Урок 8/11. Равномерное прямолинейное движение

■ **Основной материал.** Равномерное прямолинейное движение. График скорости. Графический способ нахождения перемещения при равномерном прямолинейном движении. Закон равномерного прямолинейного движения.

Решение задач типа: № 1 к § 12.

■ **На дом.** § 12 (до графика равномерного прямолинейного движения), задача № 2 к § 12.

Урок 9/12. График равномерного прямолинейного движения

■ **Основной материал.** Графики зависимости координаты тела и проекции скорости от времени равномерного прямолинейного движения.

Решение задач типа: № 3, 4 к § 12.

■ **На дом.** § 12, задача № 5 к § 12.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке целесообразно построить графики зависимости координаты тела от времени при различном выборе начала отсчета по оси X и направления оси X.

Значительный интерес представляет описание процессов с запаздыванием и встреч движущихся тел.

Урок 10/13. Ускорение

■ **Основной материал.** Мгновенное ускорение. Единица ускорения. Тангенциальное и нормальное ускорения. Направление ускорения.

■ **На дом.** § 13.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на то, что в отличие от вектора скорости, направленного по касательной к траектории, вектор ускорения может иметь составляющие, направленные как по касательной, так и по нормали к траектории. В частном случае, при прямолинейном движении тела нормальное ускорение отсутствует.

При прямолинейном ускоренном движении вектор ускорения параллелен вектору скорости.

При прямолинейном замедленном движении вектор ускорения антипараллелен вектору скорости.

Урок 11/14. Прямолинейное движение с постоянным ускорением

■ **Основной материал.** Равноускоренное прямолинейное движение. Скорость. Графический способ нахождения перемещения при равноускоренном прямолинейном движении. Закон равноускоренного движения. Равнозамедленное прямолинейное движение.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 14.

■ **На дом.** § 14 (до равнопеременного движения).

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке следует подробно рассмотреть основные закономерности равноускоренного и равнозамедленного прямолинейного движения, построить графики движения при различных начальных условиях. Не-

обходимо обратить внимание учащихся на то, что отрицательное время имеет физический смысл как время до условно выбранного нуля отсчета.

Урок 12/15. Равнопеременное прямолинейное движение

■ **Основной материал.** Зависимость проекции скорости тела на ось *X* от времени при равнопеременном движении. Закон равнопеременного движения.

Решение задач типа: № 4, 5 к § 14.

■ **На дом.** § 14.

Урок 13/16. Свободное падение тел

■ **Основной материал.** Падение тел в отсутствии сопротивления воздуха. Ускорение свободного падения. Падение тел в воздухе.

■ **Демонстрации.** Падение тел в воздухе и в разряженном пространстве [1, опыт 8].

■ **На дом.** § 15.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К демонстрациям

При выполнении демонстрации сначала следует показать падение двух шариков одинакового размера, но разной массы (опыт 8 (3)); затем опыт с трубкой Ньютона (опыт 8 (2)) и последним — падение на землю металлического и бумажного кружков (опыт 8 (1)).

Урок 14/17. Лабораторная работа № 1 *«Измерение ускорения свободного падения»* [3, с. 208].

Цель работы: измерить ускорение свободного падения.

Оборудование: 1) прибор для изучения движения тел (отметчик времени электромагнитный без жело-

ба); 2) линейка измерительная; 3) штатив лабораторный; 4) полоска бумаги размером 20 × 300 мм; 5) полоска копировальной бумаги размером 20 × 300 мм; 6) брусок металлический размером 4 × 25 × 40 мм.

Указания к работе

Собирают установку по рисунку 1.

Линейку отметчика времени без желоба закрепляют в лапке штатива вертикально. К металлическому бруску *1* прикрепляют сложенные вместе бумажную и копировальную ленты *2*, пропускают их между бойком якоря *3* и сердечником электромагнита *4*, а свободные концы закрепляют с помощью зажима *5* на верхнем конце линейки. Электромагнит отметчика включают в сеть переменного тока напряжением 42 В и частотой 50 Гц через полупроводниковый диод, установленный в корпусе прибора. Замыкают цепь и освобождают бумажные ленты. Брусок с лентами приходит в движение, и боек якоря электромаг-

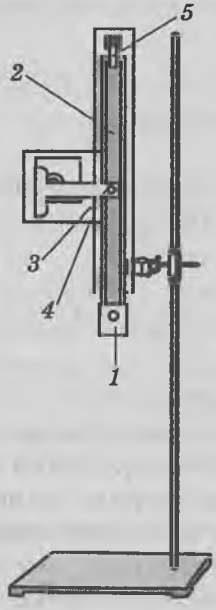


Рис. 1

Рис. 2

нита, совершая вынужденные колебания с периодом $T = 0{,}02$ с, оставляет на бумажной ленте метки в виде точек (рис. 2).

На ленте обозначают метки. Время движения бруска равно $t = n \cdot T$, где n — число интервалов между выбранными метками.

Используя запись движения тела, измеряют его перемещение (расстояние между первой меткой и любой другой), время движения и вычисляют модуль ускорения свободного падения:

$$g = \frac{2h}{t^2}.$$

■ **На дом. § 15.**

Урок 15/18. Решение графических задач на свободное падение тел

■ **Основной материал.** Графики зависимости пути, перемещения, скорости и ускорения от времени при свободном падении.

Решение задач типа:

1. № 1 к § 16.
2. Вопросы 1, 2 к § 16.

■ **На дом.** § 16 (до одномерного движения в поле тяжести), задачи № 2, 3 к § 16.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Свободное падение тел является одним из случаев равнопеременного движения. При решении задач на уроке это следует подчеркнуть.

Решение начинается с записи закона равнопеременного движения в общем виде. Затем выбираются координатные оси и нуль отсчета, записывается закон движения в проекциях на оси координат. Сначала целесообразно рассмотреть наиболее простой случай — свободное падение без начальной скорости. После построения графика движения тела — парабо-

лы следует изобразить график зависимости проекции скорости свободного падения тела и ускорения от времени.

Урок 16/19. Одномерное движение в поле тяжести при наличии начальной скорости

■ **Основной материал.** Графики зависимости перемещения, пути, проекции скорости и ускорения тела, брошенного вертикально вверх в поле тяжести, от времени. Вывод формул для расчета времени подъема тела на максимальную высоту, времени падения на землю и максимальной высоты подъема.

■ **На дом.** § 16, вопросы 3, 4 к § 16.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Зависимость перемещения и пути тела от времени следует построить на одной диаграмме, что позволяет еще раз обратить внимание учащихся на различие этих величин. Под этими графиками хорошо изобразить зависимость проекции скорости тела и проекции ускорения на вертикальную ось от времени. Если ветви параболы $y(t)$ направлены вниз, то график проекции скорости имеет отрицательный тангенс угла наклона и проекция ускорения отрицательна. Наоборот, в случае, когда ветви параболы $y(t)$ направлены вверх, график проекции скорости имеет положительный тангенс угла наклона и проекция ускорения положительна.

Урок 17/20. Решение задач (на равнопеременное движение)

Решение задач типа:

1. № 4, 5 к § 16.
2. Вопрос 5 к § 16.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К решению задач

На уроке следует рассмотреть также графические задачи типа:

1. По графику зависимости $v_y(t)$ построить графики зависимости $y(t)$ и $a_y(t)$.

2. По графику зависимости $a_y(t)$ при известных начальных условиях построить графики зависимости $v_y(t)$ и $y(t)$.

Урок 18/21. Баллистическое движение

■ **Основной материал.** Баллистика. Уравнение баллистической траектории. Основные параметры баллистического движения: время подъема на максимальную высоту, максимальная высота, время и дальность полета. Скорость при баллистическом движении.

■ **Демонстрации.** Одновременное падение двух тел по параболе и вертикали [1, опыт 35].

■ **На дом.** § 17 (до баллистического движения в атмосфере), задача № 1 к § 17.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что криволинейное баллистическое движение тела можно рассматривать как результат сложения двух прямолинейных движений: равномерного движения по горизонтальной оси X и равнопеременного движения по вертикальной оси Y. В силу евклидовости физического пространства перемещения тела по координатным осям можно рассматривать независимо.

Урок 19/22. Баллистическое движение в атмосфере

■ **Основной материал.** Влияние силы сопротивления воздуха на баллистическую траекторию.

Решение задач типа: № 2—4 к § 17.

■ **Демонстрации.** Движение тела, брошенного под углом к горизонту [1, опыт 36].

■ **На дом.** § 17, задача № 5 к § 17.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К решению задач

При решении задач следует обратить внимание учащихся, что в земных условиях реальное движение тел происходит по баллистической траектории, существенно отличающейся от параболической из-за сопротивления воздуха. Чем больше скорость тела, тем больше сила сопротивления воздуха и соответственно больше отличие баллистической кривой от параболы. При реальном движении в воздухе максимальная дальность полета достигается при углах вылета 30—40°.

Расхождение простейшей теории баллистики с экспериментом не означает, что она не верна в принципе. В вакууме или на Луне эта теория дает правильные результаты. Баллистические расчеты, учитывающие сопротивление воздуха, точно описывают реальную траекторию тел в атмосфере, позволяют рассчитать запуск искусственных спутников Земли на требуемую орбиту и их посадку в заданном районе.

Урок 20/23. Лабораторная работа № 2* *«Изучение движения тела, брошенного горизонтально»* [3, с. 220]

Цель работы: измерить начальную скорость тела, брошенного горизонтально, при его движении под действием силы тяжести; построить траекторию движения тела по его координатам.

Оборудование: 1) линейка измерительная; 2) штатив лабораторный; 3) лоток для пуска шарика; 4) доска фанерная с пеналом для приема шарика; 5) шарик; 6) лист бумаги размером 200 × 300 мм; 7) кноп-

ки — 6 шт.; 8) полоски белой и копировальной бумаги размером 300 × 40 мм.

Указания к работе

Установку собирают по рисунку 3. Фанерную доску устанавливают вертикально. Верхний левый угол доски зажимают в лапку штатива, прихватив одновременно и выступ лотка, причем загнутый конец лотка располагают горизонтально. Конец лотка устанавливают на высоте $h = 196 \pm 1$ мм над столом. Эта высота удобна тем, что легко подсчитывается время падения тела:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}},\ t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}196\ \text{м}}{9{,}8\ \text{м/с}^2}} = 0{,}2\ \text{с}.$$

К доске прикалывают лист бумаги. На стол около доски кладут полоску бумаги, на которой отмечают проекцию конца лотка для пуска шарика.

Осуществляют пробные пуски шарика, добиваясь того, чтобы после удара о поверхность шарик попадал в пенал. После этого на полоску белой бумаги кладут копировальную бумагу и прикалывают ее кнопками.

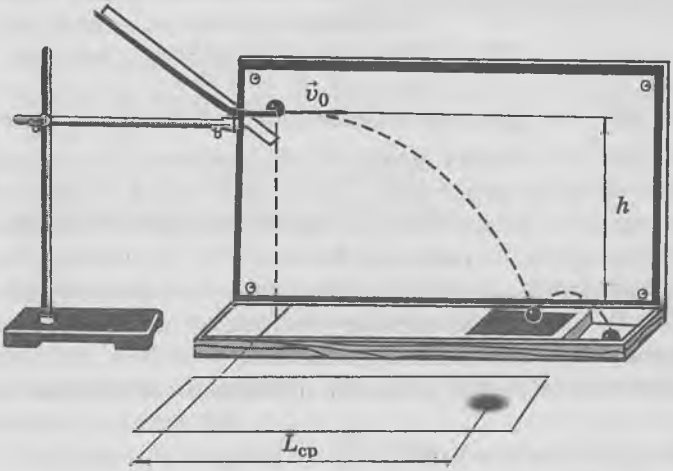


Рис. 3

Проводят 10 пусков шарика с одного и того же ранее выбранного места лотка. На полоске бумаги получается 10 меток.

Обработку результатов опытов проводят в следующем порядке. На полоске бумаги с метками отмечают эллипс рассеяния (рис. 3), находят его центр, измеряют среднюю дальность $L_{ср}$ и случайную погрешность дальности полета $\Delta L_{ср}$. По этим данным находят средний модуль начальной скорости:

$$(v_0)_{ср} = \frac{L_{ср}}{t} = L_{ср}\sqrt{\frac{g}{2h}}.$$

Для построения траектории по результатам опыта лист бумаги снимают с фанеры, проводят оси координат X и Y из точки O (конец лотка): OX — горизонтально, OY — вертикально вниз. В этой системе координат

$$x = (v_0)_{ср}\, t,\ \ y = \frac{gt^2}{2}.$$

Удобно взять моменты времени t = 0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 с. Для них учащиеся вычисляют координаты x, y и строят траекторию.

Относительную погрешность измерения скорости рассчитывают по формуле

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta L_{ср}}{L_{ср}} + \frac{1}{2}\frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2}\frac{\Delta h}{h},$$

где $\Delta L_{ср}$ — средняя абсолютная погрешность, которая при 10 опытах может быть принята за границу случайной погрешности. При графической обработке результатов измерений она равна половине большой полуоси эллипса рассеяния.

Относительными погрешностями измерения высоты h (0,5%) и округления ускорения свободного падения g (0,2%) можно пренебречь.

Абсолютная погрешность измерения скорости

$$\Delta v = \frac{\Delta v}{v} \cdot v_{ср}.$$

■ **На дом.** § 17.

Урок 21/24. Кинематика периодического движения

■ **Основной материал.** Периодическое движение. Виды периодического движения: вращательное и колебательное. Равномерное движение по окружности. Способы определения положения частицы в произвольный момент времени. Фаза вращения, линейная и угловая скорости тела, период и частота вращения. Вывод формулы центростремительного ускорения*.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 18.

■ **Демонстрации.** Связь гармонического колебания с равномерным движением по окружности [1, опыт 55].

■ **На дом.** § 18 (до колебательного движения), задача № 3 к § 18.

Урок 22/25. Колебательное движение материальной точки

■ **Основной материал.** Координатный способ описания вращательного движения. Гармонические колебания. Зависимость координаты, проекций скорости и ускорения на ось X от времени.

Решение задач типа: № 4 к § 18.

■ **Демонстрации.** Запись колебательного движения [1, опыт 56].

■ **На дом.** § 18, задача № 5 к § 18.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Основным методическим приемом, существенно облегчающим математическое рассмотрение колебательного движения, является анализ взаимосвязи равномерного движения по окружности и колебательного движения.

Это дает возможность без использования производных получить зависимости проекции скорости и

проекции ускорения на ось X от времени. Наличие этих зависимостей существенно облегчит в дальнейшем изложение теории резонанса.

Урок 23/26. Контрольная работа № 1 *«Кинематика материальной точки»*

Динамика материальной точки (11 ч)

Урок 1/27. Принцип относительности Галилея

■ **Основной материал.** Принцип инерции. Относительность движения и покоя. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Принцип относительности Галилея.

■ **Демонстрации.** Относительность покоя и движения [1, опыт 3].

■ **На дом.** § 19.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что такие понятия, как «движение» и «покой», относительны и зависят от выбора системы отсчета. Это следует продемонстрировать на опыте и примерах.

Согласно кинематическим представлениям все системы отсчета равноправны. Однако эквивалентность и взаимозаменяемость состояния покоя и равномерного прямолинейного движения возможна лишь в инерциальных системах отсчета.

Демонстрационный опыт с тележкой на движущейся доске облегчает получение преобразований Галилея, а также классического закона сложения скоростей. Следствием этого закона является тот интересный факт, что ночью жители Земли движутся вокруг Солнца быстрее, чем днем.

Урок 2/28. Первый закон Ньютона

■ **Основной материал.** Первый закон Ньютона — закон инерции. Экспериментальное подтверждение закона инерции.

■ **Демонстрации.** 1. Проявление инерции [1, опыт 10].

2. Обрывание верхней или нижней нити от подвешенного тяжелого груза [1, опыт 14].

3. Вытаскивание листа бумаги из-под груза.

■ **На дом.** § 20.

Урок 3/29. Второй закон Ньютона

■ **Основной материал.** Сила — причина изменения скорости тел, мера взаимодействия тел. Инертность тела. Масса тела — количественная мера инертности. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона.

Решение задач типа: № 1—3 к § 21.

■ **Демонстрации.** 1. Зависимость ускорения от действующей силы и массы тела [1, опыт 11].

2. Вывод правила сложения сил, направленных под углом друг к другу [1, опыт 21].

■ **На дом.** § 21, задачи № 4, 5 к § 21.

Урок 4/30. Третий закон Ньютона

■ **Основной материал.** Силы действия и противодействия. Третий закон Ньютона. Примеры действия и противодействия.

■ **Демонстрации.** Третий закон Ньютона [1, опыт 15].

■ **На дом.** § 22.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует еще раз напомнить учащимся, что любая сила, сообщая телу ускорение, является мерой внешнего действия на него другого тела.

Обсуждение взаимодействия двух тел целесообразно начать с демонстрационного опыта, который позволяет сделать вывод о том, что обе тележки совершенно равноправны в своем взаимодействии.

Урок 5/31. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения

■ **Основной материал.** Гравитационное притяжение. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Гравитационная постоянная.

Решение задач типа: № 1—2 к § 23.

■ **На дом.** § 23, задачи № 3—5 к § 23.

Урок 6/32. Сила тяжести

■ **Основной материал.** Сила тяжести. Формула для расчета ускорения свободного падения.

Решение задач типа: № 1—3 к § 24.

■ **Демонстрации.** 1. Изменение веса тела при равнопеременном движении [1, опыт 12].

2. Невесомость при падении тел [1, опыт 13].

На дом. § 24, задачи № 4, 5 к § 24.

Урок 7/33. Сила упругости. Вес тела

■ **Основной материал.** Сила упругости — сила электромагнитной природы. Механическая модель кристалла. Сила реакции опоры и сила натяжения. Закон Гука. Вес тела.

Решение задач типа: № 1 к § 25.

■ **Демонстрации.** 1. Наблюдение малых деформаций [1, опыт 28].

2. Упругая деформация стеклянной колбы [1, опыт 33].

■ **На дом.** § 25, задачи № 2—4 к § 25.

Урок 8/34. Сила трения. Лабораторная работа № 3* *«Измерение коэффициента трения скольжения»* [3, с. 230]

■ **Основной материал.** Сила трения. Виды трения: трение покоя, скольжения, качения. Коэффициент трения. Лабораторная работа № 3* «Измерение коэффициента трения скольжения».

■ **Демонстрации.** 1. Трение покоя и скольжения [1, опыт 18].

2. Демонстрация явлений при замене трения покоя трением скольжения [1, опыт 20].

Решение задач типа: № 1—3 к § 26.

■ **На дом.** § 26, задачи № 4, 5 к § 26.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Необходимо обратить внимание учащихся на то, что сила трения всегда направлена вдоль поверхности соприкосновения тел, а также что коэффициент трения качения много меньше коэффициента трения скольжения. При выполнении на уроке лабораторной работы № 3* учащиеся приобретают экспериментальные навыки определения коэффициента трения скольжения.

К лабораторной работе

Цель работы: измерить коэффициент трения деревянного бруска по деревянной линейке.

Оборудование: 1) деревянный брусок; 2) трибометр; 3) динамометр; 4) набор грузов; 5) штатив лабораторный; 6) лента измерительная.

Указания к работе

Работа может быть выполнена двумя способами.

1-й способ. Кладут деревянный брусок на горизонтально расположенную линейку и, нагрузив его сначала одним, потом двумя и тремя грузами, тянут ди-

намометром равномерно вдоль линейки. Таким образом измеряют силу тяги. Затем находят вес бруска с грузами, подвешивая их к динамометру. Рассчитывают коэффициент трения скольжения μ как отношение силы трения $F_{тр}$ к силе нормального давления, равной весу бруска P:

$$\mu = \frac{F_{тр}}{P}.$$

Результаты измерений записывают в таблицу.

№ опыта	Вес тела P, Н	Сила трения $F_{тр}$, Н	μ

Здесь вес тела равен сумме веса грузов и веса бруска, причем взвешивать динамометром надо брусок вместе с грузами. Таким образом, погрешность при измерении веса тела можно принять равной 0,05 Н. Такого же значения может достигнуть погрешность при измерении силы тяги. Максимальная относительная погрешность при измерении коэффициента трения равна

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta P}{P}.$$

Если в школе имеется динамометр с пределом измерения 1 Н, то его следует использовать для измерения силы трения скольжения.

Среднее значение коэффициента трения скольжения нельзя находить как среднее арифметическое, так как условия опытов меняются и каждый результат имеет разную погрешность. Поэтому вначале по результатам опытов надо построить график зависимости силы трения от силы нормального давления. Затем на графике взять любую точку, например с координатами (P_0, F_0), и вычислить среднее числовое значение коэффициента трения по формуле

$$\mu_{ср} = \frac{F_0}{P_0}.$$

2-й способ. На линейку трибометра кладут брусок с грузами, а затем постепенно приподнимают один из ее концов до тех пор, пока при небольшом толчке брусок начнет равномерно скользить вниз. Тогда движущая сила F_1, являющаяся составляющей силы тяжести mg, будет равна силе трения $F_{тр}$ (рис. 4). Коэффициент же трения будет равен отношению двух составляющих силы тяжести — движущей силы F_1 и силы нормального давления F_2:

$$\mu = \frac{F_1}{F_2}.$$

Согласно рисунку 4 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{h}{a}$,

следовательно,

$$\mu = \frac{h}{a}.$$

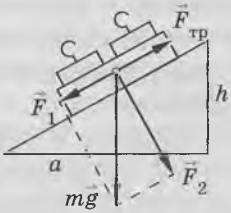


Рис. 4

Отсюда видно, что для нахождения коэффициента трения скольжения достаточно измерить высоту и основание наклонной плоскости и вычислить их отношение, которое является тангенсом угла наклона линейки.

Для уменьшения погрешности измерения надо увеличить число опытов.

Урок 9/35. Применение законов Ньютона

■ **Основной материал.** Использование стандартного подхода для решения ключевых задач динамики: вес тела в лифте (с обсуждением перегрузок и невесомости), скольжение тела по горизонтальной поверхности, соскальзывание тела с наклонной плоскости.

Решение задач типа: № 1, 2, 5 к § 27.

■ **На дом.** § 27, задачи № 3, 4 к § 27.

Урок 10/36. Лабораторная работа № 4 *«Движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости»* [3, с. 226]

Цель работы: убедиться в том, что при движении тела по окружности под действием нескольких сил их равнодействующая равна произведению массы тела на ускорение: $F = ma$ (на примере конического маятника).

Оборудование: 1) динамометр; 2) часы с секундной стрелкой или секундомер; 3) линейка измерительная; 4) груз из набора по механике массой 100 г; 5) штатив лабораторный с кольцом; 6) прочная нить; 7) лист бумаги с начерченной на нем окружностью радиусом 15—20 см; 8) транспортир.

Указания к работе

На конический маятник действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила упругости $\vec{F}_{упр}$. Их равнодействующая равна $\vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_{упр}$. Сила $\vec{F}$ сообщает маятнику центростремительное ускорение $a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ (R — радиус окружности, по которой движется груз, T — период его вращения).

Таким образом, в работе необходимо сравнить силу $\vec{F}$ с произведением $m\frac{4\pi^2 R}{T^2}$.

Для выполнения работы собирают установку с коническим маятником (рис. 5). К кольцу штатива подвешивают на нити груз. Для этого верхний конец нити продевают в отверстие кольца штатива и заклинивают заостренной спичкой. На столе под маятником располагают лист бумаги с начерченной на нем окружностью. Центр окружности располагают на отвесной линии, проходящей через точку подвеса маятника. Затем маятник приводят во вращательное дви-

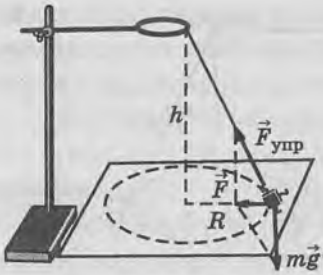


Рис. 5

жение в горизонтальной плоскости, взявшись двумя пальцами за нить у точки подвеса. Радиус вращения маятника подбирают равным радиусу окружности.

Период вращения маятника измеряют часами с секундной стрелкой. При этом один ученик следит за секундной стрелкой, другой — вращает маятник и ведет счет оборотов N за одну или две минуты. Зная время и число оборотов, вычисляют период вращения:

$$T = \frac{t}{N}.$$

Подставляют полученные данные (R, m, T) в приведенную выше формулу и находят величину ma.

Равнодействующую сил тяжести и упругости можно найти несколькими способами.

1. Из пропорции:

$$\frac{F}{mg} = \frac{R}{h}, F = \frac{mgR}{h}.$$

2. Из соотношения $h = l\cos\alpha$, где l — длина маятника; α — угол отклонения маятника от положения равновесия.

3. Измерение силы F с помощью динамометра. В этом случае маятник оттягивают от положения равновесия на расстояние, равное радиусу окружности R, и снимают показания динамометра (рис. 6). Последний способ измерения силы дает наименьшую погрешность, так как в этом случае она определяется только погрешностями динамометра и отсчета.

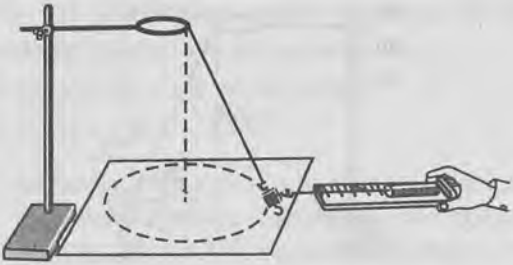


Рис. 6

Сопоставляя результаты измерений F и ma, убеждаются, что они близки между собой. Относительную погрешность косвенного измерения силы на основе соотношения

$$F = m\frac{4\pi^2 N^2}{t^2}R$$

находят по формуле

$$\varepsilon_F = \varepsilon_m + 2\varepsilon_t + \varepsilon_R + \varepsilon_{\text{сист}}.$$

Здесь $\varepsilon_m = 2\%$ — относительная погрешность, с которой нам известна масса груза по механике; ε_t — граница случайной погрешности измерения времени $\varepsilon_t = \frac{\Delta t}{t}$.

При малых углах отклонения маятника можно считать, что $\varepsilon_R = 0$, так как период его не зависит от угла отклонения. При достаточно длинной нити можно уменьшить $\varepsilon_{\text{сист}}$ до такого значения, что суммой $(\varepsilon_{\text{сист}} + \varepsilon_m)$ можно пренебречь по сравнению со случайной погрешностью $2\frac{\Delta t}{t_{\text{ср}}}$, которая вносит основной вклад в погрешность. Поэтому

$$\varepsilon_F = 2\frac{\Delta t}{t_{\text{ср}}}.$$

Граница случайной погрешности составляет: при однократном проведении опыта — 17%, при двукратном — 12%, при трехкратном — 10%.

В зависимости от числа опытов по вычисленному значению произведения ma находят границы абсолютной погрешности

$$\Delta F = \varepsilon_F(ma).$$

■ **На дом.** § 27.

Урок 11/37. Контрольная работа № 2 *«Динамика материальной точки»*

Законы сохранения (13 ч)

Урок 1/38. Импульс материальной точки

■ **Основной материал.** Импульс силы — временна́я характеристика силы. Единица импульса силы. Импульс тела. Единица импульса тела. Более общая формулировка второго закона Ньютона.

Решение задач типа: № 1, 2, 4 к § 28.

■ **На дом.** § 28, задачи № 3, 5 к § 28.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что импульс является фундаментальной, сохраняющейся характеристикой состояния физической системы. Изменение импульса тела под действием внешней силы зависит не только от величины этой силы, но и от длительности ее действия. Аналогичное изменение импульса тела могут вызвать небольшая сила, действующая значительный промежуток времени, и большая сила, которая действует кратковременно.

Урок 2/39. Закон сохранения импульса

■ **Основной материал.** Понятие замкнутой системы. Импульс системы тел. Вывод закона сохранения импульса. Реактивное движение ракеты. Многоступенчатые ракеты.

■ **Демонстрации.** 1. Закон сохранения импульса [1, опыт 16].

2. Полет ракеты [1, опыт 17].

■ **На дом.** § 29.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Наиболее просто закон сохранения импульса получается из третьего закона Ньютона при столкновении двух тел. Внимание учащихся следует обратить на то, что импульс системы тел может сохраняться и для какого-либо направления, если система замкнута для этого направления. Примером замкнутой системы вдоль горизонтального направления является снайперская винтовка, из которой производится выстрел пулей.

Следствие закона сохранения импульса — явление отдачи. Оно широко используется при реактивном движении самолетов и ракет.

Урок 3/40. Решение задач (на закон сохранения импульса)

Решение задач типа: № 1—3 к § 29.

■ **На дом.** Задачи № 4, 5 к § 29.

Урок 4/41. Работа силы

■ **Основной материал.** Определение и единица работы. Условия, при которых работа положительна, отрицательна и равна нулю. Работа сил реакции, трения и тяжести, действующих на тело, соскальзывающее с наклонной плоскости.

■ **На дом.** § 30.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Понятие работы вводится по аналогии с импульсом силы. Полезно обратить внимание учащихся на то, что если импульс силы — временна́я характеристика действия силы, то работа — пространственная характеристика ее действия.

Важный результат получается при расчете работы сил, действующих на тело, соскальзывающее с вершины наклонной плоскости к ее основанию. Работа силы реакции, перпендикулярной перемещению, оказывается равной нулю. Работа силы трения отрицательна. Работа силы тяжести не зависит от угла наклонной плоскости, что позволяет впоследствии естественно говорить о потенциальных силах.

Расчет работы сил, действующих на тело, находящееся на наклонной плоскости, помогает объяснить, почему наклонная плоскость облегчает подъем тела на определенную высоту, хотя и увеличивает путь.

Урок 5/42. Решение задач

Решение задач типа: № 1, 2, 4 к § 30.

■ **На дом.** Задачи № 3, 5 к § 30.

Урок 6/43. Потенциальная энергия

■ **Основной материал.** Понятие потенциальной силы. Потенциальная энергия тела и ее единица. Связь потенциальной энергии тела и работы силы тяжести. Нуль отсчета потенциальной энергии. Принцип минимума потенциальной энергии. Виды равновесия. Потенциальная энергия тела в поле тяжести Земли и упругодеформированной пружины.

Решение задач типа: № 1, 2, 5 к § 31.

■ **На дом.** § 31, 32, задачи № 3, 4 к § 31.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что сила, действующая на тело, направлена в сторону убывания потенциальной энергии. Подобная закономерность носит общий характер и справедлива не только для гравитационного, но и для всех типов фундаментальных взаимодействий.

Состояние с большей потенциальной энергией является энергетически невыгодным. Это подтверждается примерами видов равновесия тела.

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, изучение материала § 32 можно перенести на факультатив, используя в дальнейшем лишь формулы потенциальной энергии сил гравитации (95) и упругости (98).

Урок 7/44. Кинетическая энергия

■ **Основной материал.** Кинетическая энергия тела и ее единица. Теорема о кинетической энергии. Расчет тормозного пути автомобиля.

■ **На дом.** § 33.

■ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

К основному материалу

При выводе теоремы о кинетической энергии нужно подчеркнуть, что работа, являющаяся пространственной характеристикой внешнего воздействия на тело, равна изменению физической величины, характеризующей энергию движения тела, — кинетической энергии.

В качестве примера использования теоремы о кинетической энергии рассчитывается тормозной путь автомобиля.

Урок 8/45. Решение задач

Решение задач типа: № 1—3 к § 33.

■ **На дом.** Задачи № 4, 5 к § 33.

Урок 9/46. Мощность

■ **Основной материал.** Понятие средней и мгновенной мощности. Единица мощности.

Решение задач типа: № 1—3 к § 34.

■ **На дом.** § 34, задачи № 4, 5 к § 34.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке рассматривается пример определения средней мощности автомобиля, необходимой для разгона до требуемой скорости за фиксированный промежуток времени. Следует обратить внимание учащихся, что реально требуется несколько большая средняя мощность из-за затрат энергии на преодоление сил трения и сопротивления воздуха.

Урок 10/47. Закон сохранения механической энергии

■ **Основной материал.** Понятие полной механической энергии системы. Связь между энергией и работой. Понятие консервативной системы. Закон сохранения полной механической энергии. Примеры использования закона.

■ **На дом.** § 35.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Полезно обратить внимание учащихся на следующее: хотя закон сохранения полной механической энергии получен из законов Ньютона (справедливых для описания движения системы макрочастиц), он имеет более широкую область применимости. Полная механическая энергия сохраняется и для систем микрочастиц, для которых законы Ньютона неприменимы.

Урок 11/48. Решение задач

Решение задач типа: № 1—4 к § 35.

■ **На дом.** Задача № 5 к § 35.

Урок 12/49. Абсолютно неупругое столкновение

■ **Основной материал.** Виды столкновений. Понятие абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов. Теория абсолютно неупругого удара.

Решение задач типа: № 1 к § 35.

■ **Демонстрации.** Упругий и неупругий удар [1, опыт 52].

■ **На дом.** § 36 (до абсолютно упругого удара), задача № 2 к § 36.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Рассматривая пример абсолютно неупругого столкновения грузовика с неподвижным легковым автомобилем, следует сделать вывод, что перегрузки, испытываемые пассажирами автомобиля, существенно превышают перегрузки водителя грузовика при ударе. При абсолютно неупругом ударе кинетическая энергия не сохраняется: часть кинетической энергии грузовика расходуется на деформацию автомобиля.

Урок 13/50. Абсолютно упругое столкновение

■ **Основной материал.** Теория абсолютно упругого удара. Упругое столкновение бильярдных шаров.

Решение задач типа: № 3, 4 к § 36.

■ **Демонстрации.** Упругий и неупругий удар [1, опыт 52].

■ **На дом.** § 36, задача № 5 к § 36.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Теория абсолютно упругого удара наиболее проста при рассмотрении столкновения шаров одинаковой массы. Совместное решение системы уравнений, состоящей из закона сохранения импульса и закона сохранения энергии, позволяет сделать следующий вывод: в результате упругого столкновения одинаковые шары обмениваются проекциями скорости на линию, соединяющую их центры.

В частном случае центрального удара движущийся перед ударом шар останавливается, а неподвижный приобретает скорость движущегося.

Динамика периодического движения (7 ч)

Урок 1/51. Движение тела в гравитационном поле

■ **Основной материал.** Форма траектории тел, движущихся в гравитационном поле Земли. Первая и вторая космические скорости, формулы для их расчета.

Решение задач типа: № 1, 3 к § 37.

■ **На дом.** § 37, задачи № 2, 4, 5 к § 37.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что форма траектории тел, движущихся в гравитационном поле Земли, зависит от величины их скорости. Если скорость тела вблизи поверхности Земли меньше, чем первая космическая скорость (7,9 км/с), тело падает на Землю. Двигаясь с первой космической скоростью, тело удаляется от Земли так быстро, что становясь искусственным спутником Земли, движется вокруг нее по круговой орбите.

Если начальная скорость тела превышает круговую скорость, то оно, оставаясь спутником Земли, движется по замкнутой эллиптической орбите, вытянутой вдоль направления, перпендикулярного направлению начальной скорости. При дальнейшем увеличении скорости запуска тело все дальше удаляется от Земли, а эллиптическая орбита существенно вытягивается.

Тело, обладающее второй космической скоростью (11,2 км/с), удаляется от Земли по параболической траектории. При запуске тела с поверхности Земли со скоростью большей второй космической, оно, преодолев гравитационное притяжение Земли, обладает определенной скоростью и движется по гиперболиче-

ской траектории. Так же как и в случае запуска тела со второй космической скоростью, его движение не является периодическим.

Урок 2/52. Лабораторная работа № 5 *«Проверка закона сохранения энергии при действии сил тяжести и упругости»*

Цель работы: измерить полную энергию тела, колеблющегося на пружине, и на основании закона сохранения энергии вычислить максимальную скорость груза.

Оборудование: 1) динамометр; 2) линейка измерительная; 3) штатив лабораторный; 3) грузы массой 100 г — 2 шт.

Указания к работе

Вначале измеряют жесткость пружины динамометра. Для этого к пружине подвешивают груз и измеряют вызванное им удлинение пружины. На основании закона Гука вычисляют жесткость пружины:

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{|x|} = \frac{mg}{|x|}$$

(сила тяжести $m\vec{g}$ уравновешивает силу упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$).

Затем собирают установку по рисунку 7.

С помощью измерительной линейки отмечают положение равновесия грузов, подвешенных к пружине динамометра.

Оттягивают грузы вертикально вниз, например на 5 см от положения их равновесия, и отпускают. При колебании грузов наблюдают периодическое изменение их скорости и взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий.

На колеблющиеся грузы действуют две силы: постоянная сила тяжести и переменная сила упругости пружины. Потенциальная энергия грузов увеличивается либо за счет совершения работы против силы тяжести по поднятию грузов, либо за счет работы по

растяжению пружины. Поэтому наибольшего числового значения потенциальная энергия достигает в верхнем и нижнем положениях грузов, а наименьшего — в момент их прохождения положения равновесия. Кинетическая же энергия грузов максимальна в момент прохождения ими положения равновесия, а минимальна в верхнем и нижнем их положениях.

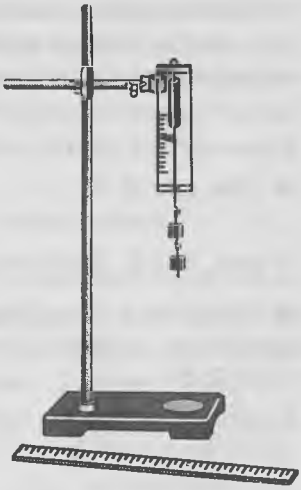


Рис. 7

Полная энергия колеблющихся грузов относительно их положения равновесия равна их максимальной потенциальной энергии E_p или максимальной кинетической энергии E_k, которые вычисляются соответственно по формулам:

$$E_p = \frac{kA^2}{2}, E_k = \frac{mv_{max}^2}{2},$$

где m — масса грузов, v_{max} — модуль максимальной скорости грузов, k — жесткость пружины, A — амплитуда колебаний грузов.

На основании закона сохранения энергии $E_p = E_k$, т. е.

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2}.$$

Отсюда модуль максимальной скорости грузов будет равен:

$$v_{max} = \frac{A}{\sqrt{\frac{m}{k}}}, \text{ или } v_{max} = A\sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Результаты измерений и вычислений записывают в тетрадь.

В этой работе в качестве колеблющегося тела можно взять стальной или латунный цилиндр с крючком из набора тел для калориметра. Работу можно выполнить также с грузом массой 100 г, подвешенным на резиновом шнуре сечением 1 × 1 мм, длиной 150 мм.

■ **На дом.** § 37.

Урок 3/53. Динамика свободных колебаний

■ **Основной материал.** Свободные колебания пружинного маятника. Характеристики свободных колебаний: период, амплитуда, циклическая частота. График свободных гармонических колебаний. Связь энергии и амплитуды свободных колебаний пружинного маятника.

Решение задач типа: № 2, 4 к § 38.

■ **Демонстрации.** Законы колебания пружинного маятника [1, опыт 58].

■ **На дом.** § 38, задачи № 1, 3, 5 к § 38.

Урок 4/54. Колебательная система под действием внешних сил

■ **Основной материал.** Затухающие колебания и их график. Апериодическое движение. Статическое смещение.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 39.

■ **Демонстрации.** Затухающие колебания пружинного маятника [3, опыт 63 (1)].

■ **На дом.** § 39, задачи № 3, 4 к § 39.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на следующее: в реальной системе механическое движение всегда сопровождается трением и поэтому колебания становятся затухающими.

Если трение велико, то маятник, выведенный из положения равновесия, не возвращается в него. Подобное неповторяющееся движение, не имеющее периода, называется апериодическим и используется, например, в амортизаторах.

Урок 5/55. Вынужденные колебания

■ **Основной материал.** Вынужденные колебания. Колебания в системе, находящейся в состоянии безразличного равновесия. Вынужденные колебания пружинного маятника.

■ **Демонстрации.** Вынужденные колебания пружинного маятника [1, опыт 63].

Решение задач типа: № 1 к § 40.

■ **На дом.** § 40 (до амплитуды вынужденных колебаний), задача № 2 к § 40.

■ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

К основному материалу

Внимание учащихся следует обратить внимание на то, что вынужденные колебания, происходящие под действием периодической внешней силы, могут возникать как в системах, имеющих положение устойчивого равновесия, так и в системах, не обладающих этим свойством.

Урок 6/56. Резонанс

■ **Основной материал.** Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Резонанс. Резонансные кривые. Примеры резонанса в природе и технике.

Решение задач типа: № 3, 4 к § 40.

■ **Демонстрации.** 1. Резонанс маятников [1, опыт 64].

2. Резонанс при работе электродвигателя [1, опыт 66].

■ **На дом.** § 40, задача № 5 к § 40.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Учащихся следует познакомить с видом резонансной кривой при отсутствии в системе трения и при его наличии. Необходимо указать причину резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при резонансе.

Урок 7/57. Контрольная работа № 3 *«Законы сохранения»*

Релятивистская механика (6 ч)

Урок 1/58. Постулаты специальной теории относительности

■ **Основной материал.** Опыт Майкельсона—Морли. Сущность специальной теории относительности Эйнштейна. Постулаты теории относительности. Критический радиус черной дыры — радиус Шварцшильда. Горизонт событий.

■ **На дом.** § 41.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на следствие из втрого постулата теории относительности: скорость света в вакууме не зависит от скорости распространения любого взаимодействия. Она образует верхний предел скорости для всех материальных тел. Материальные тела не могут иметь скорость, большую, чем скорость света.

Существование одного из самых необычных астрономических объектов — черных дыр — объясняется наличием верхнего предела скоростей.

Урок 2/59. Относительность времени

■ **Основной материал.** Время в разных системах отсчета. Одновременность событий. Порядок следования событий.

■ **На дом.** § 42.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Разный смысл понятия одновременности событий можно проиллюстрировать примером об излучении светового сигнала в ракете, рассмотренным в учебнике. В этом случае наблюдатель, находящийся внутри ракеты, полагает, что свет достигает противоположных стен одновременно. Внешний наблюдатель считает, что свет из-за движения ракеты достигает ее стен в разные моменты времени.

Конечность скорости распространения взаимодействия приводит к тому, что фиксируемый наблюдателем порядок следования событий зависит от положения наблюдателя в пространстве.

Урок 3/60. Замедление времени

■ **Основной материал.** Световые часы. Собственное время. «Парадокс близнецов».

Решение задач типа: № 1—3 к § 43.

■ **На дом.** § 43, задачи № 4, 5 к § 43.

Урок 4/61. Релятивистский закон сложения скоростей

■ **Основной материал.** Вывод закона сложения скоростей. Скорость распространения светового сигнала.

Решение задач типа: № 1—3 к § 44.

■ **На дом.** § 44, задачи № 4, 5 к § 44.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на то, что независимость скорости света от скорости движения

источника или приемника света, доказанная в опыте Майкельсона—Морли, автоматически означает, что классический закон сложения скоростей не верен при скоростях, соизмеримых со скоростью света.

Релятивистский закон сложения скоростей согласуется со вторым постулатом СТО и результатами опыта Майкельсона—Морли.

Урок 5/62. Взаимосвязь массы и энергии

■ **Основной материал.** Масса покоя. Зависимость массы тела от скорости. Масса и энергия.

Решение задач типа: № 1, 5 к § 45.

■ **На дом.** § 45, задачи № 2—4 к § 45.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К решению задач

К задаче № 5 к § 45. При образовании ядра изотопа атома водорода — дейтерия — из протона и нейтрона выделяется энергия. Это означает, что масса ядра будет меньше суммарной массы протона и нейтрона.

Урок 6/63. Контрольная работа № 4 *«Релятивистская механика»*

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (45 ч)

Молекулярная структура вещества (4 ч)

Урок 1/64. Строение атома

■ **Основной материал.** Строение атома. Зарядовое и массовое числа. Заряд ядра — главная характеристика химического элемента. Изотопы. Дефект массы.

Решение задач типа: № 1 к § 46.

■ **На дом.** § 46 (до атомной единицы массы), задача № 2 к § 46.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся, что механическое движение — первое модельное приближение для описания реального движения тела. В свою очередь движущееся тело состоит из образующих его атомов и молекул, движущихся и взаимодействующих между собой. Молекулярная физика изучает внутреннюю структуру тела и ее влияние на свойства вещества.

На уроке следует повторить основные сведения о структуре атома.

Урок 2/65. Масса атомов. Молярная масса. Количество вещества

■ **Основной материал.** Атомная единица массы. Относительная атомная масса, молярная масса. Количество вещества. Постоянная Авагадро.

Решение задач типа: № 3, 4 к § 46.

■ **На дом.** § 46, задача № 5 к § 46.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке следует обосновать введение постоянной Авогадро как меры количества вещества. Из-за малости массы электрона по сравнению с массами протона и нейтрона практически вся масса атома сосредоточена в ядре.

Урок 3/66. Агрегатные состояния вещества

■ **Основной материал.** Виды агрегатных состояний: твердое, жидкое, газообразное, плазменное. Фазовый переход. Упорядоченная молекулярная структура — твердое тело.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Внутренняя энергия».

■ **На дом.** § 47 (до жидкости).

Урок 4/67. Агрегатные состояния вещества

■ **Основной материал.** Неупорядоченные молекулярные структуры: жидкость, газ, плазма. Условия идеальности газа.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Агрегатные состояния тел».

■ **На дом.** § 47.

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (13 ч)

Урок 1/68. Распределение молекул идеального газа в пространстве

■ **Основной материал.** Физическая модель идеального газа. Статистический метод описания поведения газа. Макроскопические и микроскопические параметры.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Второе начало термодинамики».

■ **На дом.** § 48 (до распределения частиц газа по двум половинам сосуда).

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Наиболее простой физической моделью, используемой для объяснения свойств газа, является модель идеального газа. На уроке следует напомнить учащимся условия идеальности газа (§ 47).

Свойства идеальных газов не зависят от специфики сил взаимодействия между отдельными молекулами.

В газе, состоящем из большого числа частиц, получение информации об отдельной частице не представляет практического интереса. Необходимая информация должна характеризовать всю совокупность час-

тиц в целом. Подобное описание поведения газа как целого возможно лишь при статистическом подходе.

Цель статистического метода описания поведения газа, как и цель молекулярно-кинетической теории, — объяснить макроскопические свойства газа по известным микроскопическим параметрам (массе молекулы, среднему расстоянию между ними, скорости, кинетической энергии молекулы).

Урок 2/69. Распределение молекул идеального газа в пространстве

■ **Основной материал.** Макросостояние и микросостояние системы. Распределение частиц идеального газа по двум половинам сосуда.

Решение задач типа: № 1—3 к § 48.

■ **На дом.** § 48, задача № 4, 5 к § 48.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке рассматривается основная идея статистического подхода на примере распределения одной, двух, четырех, N частиц по двум половинам одного и того же сосуда. Вероятность (время) пребывания системы (газа) в каком-либо состоянии пропорциональна числу возможных микросостояний системы.

Микросостояние — конкретный способ реализации состояния газа: например, n частиц в левой половине сосуда, $(N - n)$ частиц в правой.

Внимание учащихся следует обратить на то, что в отсутствие внешних сил молекулы идеального газа равномерно распределены в пространстве. Такое распределение идеального газа является его наиболее вероятным (чаще всего встречающимся) состоянием, которому соответствует максимальное число микросостояний.

На уроке решаются задачи на расчет возможного числа микросостояний при равномерном распределении газа в пространстве.

Полное число микросостояний $<n|N-n>$ при распределении N частиц по двум половинам сосуда, когда в левой половине находится n частиц, а в правой — $(N-n)$, определяется формулой

$$\frac{N!}{n!(N-n)!}.$$

Урок 3/70. Распределение молекул идеального газа по скоростям

■ **Основной материал.** Статистическое равновесие. Опыт Штерна. Среднее значение физической величины. Кривая распределения молекул по скоростям.

■ **Демонстрации.** 1. Метод Штерна для определения скорости движения молекул газа [1, опыт 118].

2. Принципиальная схема опыта Штерна (рис. 177 в учебнике).

3. Таблица «Спектр»: «Опыт Штерна».

■ **На дом.** § 49.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Внимание учащихся следует обратить на то, что молекулы идеального газа в результате столкновений друг с другом изменяют свою скорость. Прямые столкновения, в которых участвуют частицы, имеющие определенную скорость, уменьшают число таких частиц. При обратных столкновениях появляются частицы, имеющие эту скорость, т. е. число таких частиц увеличивается. Если число частиц в газе, имеющих определенную скорость, постоянно (не зависит от времени), возникает статистическое равновесие. Оно устанавливается тогда, когда число прямых и обратных столкновений равно друг другу.

Число частиц в газе, хотя и очень велико, но конечно. В то же время число возможных значений их скоростей бесконечно. Поэтому ответить на вопрос, сколько частиц обладает определенной скоростью,

невозможно: таких частиц может и не быть. Можно лишь говорить о числе частиц ΔN, скорость которых лежит в определенном статистическом интервале от v до $v + \Delta v$. Число частиц, приходящееся на единичный интервал скоростей, определяется отношением $\Delta N/\Delta v$. Стационарное равновесие состояния газа — состояние, в котором число молекул в заданном интервале скоростей остается постоянным.

Распределение частиц по скоростям можно проанализировать с помощью демонстраций. Из эксперимента следует, что при определенной температуре зависимость числа частиц, приходящегося на единичный интервал скоростей, от их скорости имеет максимум. Максимум функции $\Delta N/\Delta v$ показывает, что наибольшее число частиц обладает такой скоростью.

Урок 4/71. Решение задач

■ **Основной материал.** Средняя и наиболее вероятная скорости.

Решение задач типа: № 2, 3, 5 к § 49.

■ **На дом.** § 49, задача № 4 к § 49.

Урок 5/72. Температура. Шкалы температур

■ **Основной материал.** Температура — мера средней кинетической энергии молекул. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютный нуль температуры. Связь между температурными шкалами. Скорость теплового движения молекул.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 50.

■ **Демонстрации.** 1. Таблица «Спектр»: «Шкалы температур».

2. Измерение температуры электрическим термометром [1, опыт 125].

3. Нагревание свинца ударами молотка [1, опыт 128].

■ **На дом.** § 50.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При введении понятия средней квадратичной скорости следует отметить, что она дает правильное представление о значении скоростей теплового движения молекул в идеальном газе. Ее называют поэтому тепловой скоростью.

Урок 6/73. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории

■ **Основной материал.** Давление атмосферного воздуха. Давление идеального газа. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории*.

Решение задач типа: № 1 к § 51.

■ **Демонстрации.** 1. Раздувание резиновой камеры под колоколом воздушного насоса [1, опыт 119].

2. Таблица «Спектр»: «Давление идеального газа».

■ **На дом.** § 51.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, рассмотрение вывода основного уравнения молекулярно-кинетической теории можно перенести на факультатив, используя при этом таблицу.

На уроке можно привести основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа (162) без вывода, пояснив его качественно. Давление идеального газа определяется числом ударов молекул и интенсивностью каждого удара. Число ударов молекул пропорционально концентрации частиц, а интенсивность каждого удара определяется средней кинетической энергией молекул.

Урок 7/74. Решение задач

■ **Основной материал.** Закон Дальтона.

Решение задач типа: № 2—4 к § 51.

■ **На дом.** § 51, задача № 5 к § 51.

Урок 8/75. Уравнение Клапейрона—Менделеева

■ **Основной материал.** Концентрация молекул идеального газа при нормальных условиях (постоянная Лошмидта). Среднее расстояние между частицами идеального газа.

Решение задач типа: № 2 к § 52.

■ **На дом.** § 52 (до уравнения состояния идеального газа), задача № 3 к § 52.

Урок 9/76. Уравнение Клапейрона—Менделеева

■ **Основной материал.** Вывод уравнения состояния идеального газа.

Решение задач типа: № 1, 4 к § 52.

■ **Демонстрации.** Зависимость между объемом, давлением и температурой газа [1, опыт 136].

■ **На дом.** § 52, задача № 5 к § 52.

Урок 10/77. Изотермический процесс. Лабораторная работа № 6 *«Изучение изотермического процесса в газе»* [3, с. 265]

■ **Основной материал.** Определение изотермического процесса. Математическое выражение закона Бойля—Мариотта. График изотермического процесса. Лабораторная работа № 6 «Изучение изотермического процесса в газе».

Решение задач типа: № 1, 2 к § 53.

■ **Демонстрации.** 1. Закон Бойля—Мариотта [1, опыт 133].

2. Таблица «Спектр»: «Закон Бойля—Мариотта».

■ **На дом.** § 53 (до изобарного процесса), задача № 3 к § 53.

■ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

К лабораторной работе

Цель работы: экспериментально проверить закон Бойля—Мариотта путем сравнения параметров газа в двух термодинамических состояниях.

Оборудование: 1) прибор для изучения газовых законов; 2) барометр (один на класс); 3) штатив лабораторный; 4) полоска миллиметровой бумаги размером 300 × 10 мм; 5) измерительная лента.

Указания к работе

Собирают установку по рисунку 8, *а*. Затем учащиеся опускают вниз подвижную трубку *2* и укрепляют ее в лапке штатива *6*. После открытия пробки *5* в неподвижной трубке *1* в трубки, соединенные резиновым шлангом *3*, наливают воду, пока не сравняются ее уровни около нижнего конца неподвижной трубки и верхнего конца подвижной. Потом закрывают пробкой неподвижную трубку, поднимают подвижную трубку и фиксируют ее (рис. 8, *б*). При этом измеряется длина l_1 воздушного столба в неподвижной трубке, а также разность уровней h_1 воды в трубках. Затем поднимают еще выше подвижную трубку

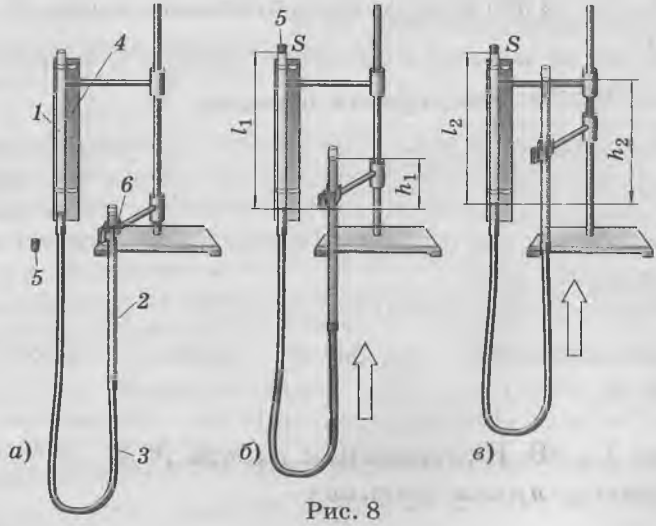


Рис. 8

и фиксируют ее (рис. 8, *в*), повторяя измерения длины l_2 столба воздуха в трубке *1* и разности уровней h_2 воды в трубках.

Атмосферное давление $p_а$ измеряют барометром. Постоянство температуры воздуха в процессе эксперимента позволяет проверить справедливость закона Бойля—Мариотта для идеального газа. Представляют этот закон в виде:

$$\frac{l_1}{l_1 - l_2} = \frac{13{,}6p_а + h_2}{h_2 - h_1}.$$

Проверка справедливости закона Бойля—Мариотта сводится к экспериментальной проверке тождественности левой и правой частей этого равенства.

Урок 11/78. Изобарный процесс

■ **Основной материал.** Определение изобарного процесса. Математическое выражение закона Гей-Люссака. График изобарного процесса.

■ **Демонстрации.** 1. Зависимость объема газа от температуры при постоянном давлении [1, опыт 134].

2. Таблица «Спектр»: «Закон Гей-Люссака».

■ **На дом.** § 53 (до изохорного процесса), задача № 4 к § 53.

Урок 12/79. Изохорный процесс

■ **Основной материал.** Определение изохорного процесса. Математическое выражение закона Шарля. График изохорного процесса.

Решение задач типа: № 5 к § 53.

■ **Демонстрации.** 1. Зависимость давления газа от температуры при постоянном объеме [1, опыт 135].

2. Таблица «Спектр»: «Закон Шарля».

■ **На дом.** § 53, вопрос 5 к § 53.

Урок 13/80. Контрольная работа № 5 *«Молекулярная физика»*

Термодинамика (10 ч)

Урок 1/81. Внутренняя энергия

■ **Основной материал.** Молекулярно-кинетическая трактовка понятия внутренней энергии тела. Вывод формулы внутренней энергии идеального газа.

■ **На дом.** § 54 (до изменения внутренней энергии).

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Полезно на уроке провести оценку внутренней энергии молекул воздуха в классе.

Урок 2/82. Внутренняя энергия

■ **Основной материал.** Способы изменения внутренней энергии системы: теплообмен и совершение работы.

Решение задач типа: № 1—3 к § 54.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Внутренняя энергия».

■ **На дом.** § 54, задачи № 4, 5 к § 54.

Урок 3/83. Работа газа при расширении и сжатии

■ **Основной материал.** Вывод формулы работы газа при изобарном расширении. Знак работы газа.

Решение задач типа: № 1 к § 55.

■ **Демонстрации.** 1. Работа пара при нагревании воды в трубке [1, опыт 132].

2. Таблица «Спектр»: «Работа газа в термодинамике».

■ **На дом.** § 55 (до работы газа при изопроцессах).

Урок 4/84. Работа газа при изопроцессах

■ **Основной материал.** Работа газа при изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Геометрический смысл работы на диаграмме p, V.

Решение задач типа: № 2—4 к § 55.

■ **На дом.** § 55, задача № 5 к § 55.

Урок 5/85. Первый закон термодинамики

■ **Основной материал.** Формулировка и уравнение первого закона термодинамики.

Решение задач типа: № 1 к § 56.

■ **На дом.** § 56 (до первого закона термодинамики для изопроцессов).

Урок 6/86. Применение первого закона термодинамики для изопроцессов

■ **Основной материал.** Запись уравнений первого закона термодинамики и их физический смысл.

Решение задач типа: № 2—4 к § 56.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Первое начало термодинамики».

■ **На дом.** § 56, задача № 5 к § 56.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на следующее.

При изохорном процессе газ не совершает работу, поэтому изменение его внутренней энергии происходит благодаря теплообмену с окружающими телами. При изохорном нагревании давление газа возрастает из-за увеличения средней кинетической энергии молекул. При изотермическом процессе внутренняя энергия не изменяется, поэтому количество теплоты, переданное газу от нагревателя, полностью расходуется на совершение работы. При изобарном расшире-

нии газа подведенное количество теплоты расходуется как на увеличение его внутренней энергии, так и на совершение работы газом.

Урок 7/87. Адиабатный процесс

■ **Основной материал.** Теплоизолированная система. Понятие адиабатного процесса. Первый закон термодинамики для адиабатного процесса.

Решение задач типа: № 1—3 к § 57.

■ **Демонстрации.** 1. Изменение температуры воздуха при его сжатии и расширении [1, опыт 131].

2. Воздушное огниво [1, опыт 138].

3. Изменение температуры воздуха при адиабатном сжатии и расширении [1, опыт 137].

4. Таблица «Спектр»: «Адиабатный процесс».

■ **На дом.** § 57, задачи № 4, 5 к § 57.

Урок 8/88. Тепловые двигатели

■ **Основной материал.** Принцип действия теплового двигателя. Основные элементы теплового двигателя: рабочее тепло, нагреватель, холодильник. Замкнутый цикл. КПД теплового двигателя. Цикл Карно. Воздействие тепловых двигателей на окружающую среду.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 58.

■ **Демонстрации.** 1. Действие модели паровой машины и турбины [1, опыт 166].

2. Принцип действия двигателя внутреннего сгорания [1, опыт 167].

3. Таблица «Спектр»: «Цикл Карно».

■ **На дом.** § 58, задачи № 3—5 к § 58.

Урок 9/89. Второй закон термодинамики

■ **Основной материал.** Обратимый и необратимый процессы. Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики. Диффузия. Статистическое истолкование второго закона термодинамики.

■ **Демонстрации.** Свободная диффузия газов и жидкостей [1, опыт 120].

■ **На дом.** § 59.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что первый закон термодинамики, являясь законом сохранения энергии для тепловых процессов, не определяет направления этих процессов. Макроскопические процессы протекают в определенном направлении. В обратном направлении самопроизвольно они протекать не могут.

Второй закон термодинамики отражает необратимость процессов в природе и определяет направление перехода между состояниями большого числа частиц. Этот закон можно считать статистическим законом. Замкнутая система многих частиц самопроизвольно переходит из более упорядоченного состояния в менее упорядоченное. Это объясняется тем, что число возможных микросостояний для конечного (менее упорядоченного) состояния системы всегда превышает это число для начального (более упорядоченного) состояния.

Урок 10/90. Контрольная работа № 6 *«Термодинамика»*

Жидкость и пар (6 ч)

Урок 1/91. Фазовый переход пар — жидкость

■ **Основной материал.** Условия перехода между жидкой и газообразной фазой. Критическая температура. Испарение и конденсация. Динамическое равновесие пара и жидкости. Насыщенный пар.

■ **Демонстрации.** Переход ненасыщенных паров в насыщенные при уменьшении объема [1, опыт 140].

■ **На дом.** § 60.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Для образования жидкого состояния из газообразного средняя кинетическая энергия молекул должна быть меньше средней потенциальной энергии их притяжения. При этом условии температура газообразного состояния должна быть меньше некоторой критической температуры.

Следует обратить внимание учащихся на то, что вещество в газообразном состоянии при температуре ниже критической называют паром, а при температуре выше критической — газом.

С ростом внешнего давления при сжатии пара уменьшается среднее расстояние между молекулами и возрастают силы притяжения между ними. При определенном давлении молекулы пара сближаются столь значительно, что вследствие их притяжения образуются капли жидкости.

Полезно привести изотермы для насыщенного пара и идеального газа.

Урок 2/92. Испарение. Конденсация

■ **Основной материал.** Особенности процесса испарения. Удельная теплота испарения. Конденсация.

Решение задач типа: № 1—3 к § 61.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Плавление. Испарение. Кипение».

■ **На дом.** § 61, задачи № 4, 5 к § 61.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что при испарении средняя кинетическая энергия молекул, остающихся в жидкости, и соответственно температура жидкости уменьшается. Для того чтобы испарение жидкости происходило при постоянной температуре, к ней нужно подводить количество теплоты, пропор-

циональное числу испаряющихся молекул, или их полной массе. Теплота парообразования расходуется на разрыв связей между молекулами жидкости. Испаряющиеся из жидкости молекулы образуют над ней пар. Часть этих молекул возвращается на поверхность жидкости, увеличивая ее энергию. При термодинамическом равновесии количество теплоты, получаемое жидкостью при конденсации, равно количеству теплоты, теряемому при ее испарении.

Урок 3/93. Насыщенный пар. Влажность воздуха

■ **Основной материал.** Давление насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Относительная влажность воздуха и ее измерение.

Решение задач типа: № 1—3 к § 62.

■ **Демонстрации.** 1. Свойства насыщенных паров [1, опыт 139].

2. Действие «водяного молотка» и «пьющего утенка» [1, опыт 142].

3. Получение перегретого водяного пара [1, опыт 141].

4. Устройство психрометра и гигрометра [1, опыт 143].

■ **На дом.** § 62, задачи № 4, 5 к § 62.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Полезно отметить, что давление насыщенного пара зависит от молекулярной структуры жидкости. Давление насыщенного пара при данной температуре — максимальное давление, которое может иметь пар над жидкостью при этой температуре. Оно возрастает при увеличении температуры жидкости.

При изучении относительной влажности воздуха целесообразно продемонстрировать устройство и применение психрометра и гигрометра.

Урок 4/94. Кипение жидкости

■ **Основной материал.** Кипение. Объяснение процесса кипения на основе молекулярно-кинетической теории. Зависимость температуры кипения жидкости от внешнего давления. Перегретая жидкость.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Плавление. Испарение. Кипение».

■ **На дом.** § 63.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на обоснование постоянства температуры в процессе кипения.

При температуре кипения всплывают и лопаются многочисленные пузырьки, вызывающие характерное бурление жидкости. Для того чтобы пузырьки лопались, давление насыщенного пара, которым они заполнены, должно превосходить атмосферное давление воздуха.

Чем больше количество теплоты, подводимое к жидкости, тем больше всплывает и лопается пузырьков. Каждый лопнувший пузырек охлаждает жидкость, т. е. количество теплоты, отводимое от жидкости, также пропорционально числу лопнувших пузырьков. В равновесии эти количества теплоты равны друг другу, поэтому температура кипения остается постоянной в процессе кипения. Температура кипения зависит от внешнего давления на жидкость: чем больше давление, тем выше температура кипения.

Урок 5/95. Поверхностное натяжение

■ **Основной материал.** Особенности взаимодействия молекул поверхностного слоя жидкости. Поверхностное натяжение. Сила поверхностного натяжения.

Решение задач типа: № 2, 3 к § 64.

■ **Демонстрации.** 1. Опыт Плато [1, опыт 153].

2. Обнаружение поверхностного натяжения жидкости. Образование мыльных пленок на каркасах. [1, опыт 146].

3. Таблица «Спектр»: «Поверхностное натяжение. Капиллярность».

4. Измерение силы поверхностного натяжения [1, опыт 147].

5. Измерение поверхностного натяжения воды [1, опыт 148].

6. Давление в мыльных пузырях разного диаметра [1, опыт 152].

■ **На дом.** § 64, задачи № 1, 4, 5 к § 64.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Изучение поверхностного натяжения жидкости следует начать с демонстрации опытов 1 и 2.

Обратите внимание учащихся на то, что молекулы, находящиеся на поверхности жидкости, втягиваются внутрь жидкости. На поверхности остается такое число молекул, при котором площадь поверхности жидкости оказывается минимальной при данном ее объеме.

Урок 6/96. Смачивание. Капиллярность. Лабораторная работа № 7* *«Изучение капиллярных явлений, обусловленных поверхностным натяжением жидкости»* [3, с. 273]

■ **Основной материал.** Объяснение явления смачивания на основе внутреннего строения жидкостей. Угол смачивания и мениск. Капиллярность. Расчет высоты подъема жидкости в капилляре. Лабораторная работа № 7* «Изучение капиллярных явлений, обусловленных поверхностным натяжением жидкости».

Решение задач типа: № 1 к § 65.

■ **Демонстрации.** 1. Явление смачивания и несмачивания, образование краевых углов [1, опыт 149].

2. Таблица «Спектр»: «Поверхностное натяжение. Капиллярность».

■ **На дом. § 65, задачи № 2—5 к § 65.**

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К лабораторной работе

Цель работы: вычислить диаметр капилляров в теле.

Оборудование: 1) стакан низкий с подкрашенной водой; 2) полоска бумаги фильтровальной размером 120 × 10 мм; 3) полоска ткани хлопчатобумажной размером 120 × 10 мм; 4) линейка измерительная.

Указания к работе

Каждый учащийся выполняет работу с двумя телами.

Берут за концы полоски из промокательной бумаги и хлопчатобумажной ткани и одновременно касаются другими концами поверхности окрашенной воды. Наблюдают поднятие воды в полосках (рис. 9).

Как только поднятие воды прекратится, полоски вынимают и измеряют высоты подъема воды в них. Они оказываются разными, что указывает на различие диаметров их капилляров.

Диаметр капилляров в телах вычисляют по формуле

$$d = \frac{4\sigma}{\rho g h},$$

где σ — коэффициент поверхностного натяжения воды, ρ — плотность воды, g — модуль ускорения свободного падения, h — высота подъема воды в капилляре.

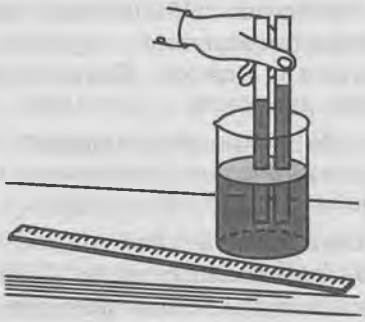


Рис. 9

Для вычислений необходимо воспользоваться таблицами: «Плотность веществ» и «Коэффициент поверхностного натяжения».

Твердое тело (4 ч)

Урок 1/97. Кристаллизация и плавление твердых тел. Лабораторная работа № 8 *«Измерение удельной теплоемкости вещества»* [3, с. 153].

■ **Основной материал.** Объяснение процессов кристаллизации и плавления. Температура плавления. Удельная теплота плавления. Лабораторная работа № 8 «Измерение удельной теплоемкости вещества».

■ **На дом.** § 66, задачи № 1—3 к § 66.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что при кристаллизации происходит скачкообразный период от неупорядоченного расположения частиц к упорядоченному при определенной температуре. Плавление твердого тела происходит при той же температуре, при которой это же вещество отвердевает. Чем больше масса тела, тем большее количество теплоты требуется, чтобы расплавить его. При кристаллизации такое же количество теплоты отводится.

К лабораторной работе

Цель работы: определить удельную теплоемкость металлического цилиндра.

Оборудование: 1) весы с гирями; 2) термометр; 3) калориметр; 4) цилиндр металлический; 5) чайник (один на класс); 6) крючок; 7) бумага фильтровальная.

Указания к работе

Взвешивают внутренний сосуд калориметра, наливают в него воду немного меньше половины и вновь взвешивают. Определяют массу воды.

Собрав калориметр, измеряют начальную температуру воды t_1.

Из чайника с кипящей водой достают проволочным крючком металлический цилиндр. Быстро переносят его в калориметр, слегка размешивают термометром воду в калориметре и следят за повышением его температуры. Когда температура перестанет повышаться, записывают ее числовое значение, вынимают цилиндр и, осушив фильтровальной бумагой, взвешивают.

Из уравнения

$$c_1 m_1(\Theta - t_1) + c_2 m_2(\Theta - t_1) = cm(t_2 - \Theta)$$

находят удельную теплоемкость вещества цилиндра

$$c = \frac{(\Theta - t_1)(c_1 m_1 + c_2 m_2)}{m(t_2 - \Theta)},$$

где Θ — общая температура, t_2 — начальная температура цилиндра, m_1, m_2 — массы воды и калориметра соответственно.

Минимальное количество воды в калориметре должно быть такое, чтобы цилиндр погружался в воду полностью.

Урок 2/98. Структура твердых тел. Кристаллическая решетка*.

■ **Основной материал.** Кристаллические тела. Внутреннее строение кристаллических тел. Кристаллическая решетка. Монокристаллы и поликристаллы. Аморфные тела. Композиты. Зависимость свойств кристаллов от их внутреннего строения. Полиморфизм, анизотропия, изотропия*.

■ **Демонстрации.** 1. Демонстрация пространственной решетки кристалла [1, опыт 156].

2. Модель для объяснения образования кристаллов и явления анизотропии [1, опыт 158].

■ **На дом.** § 67, 68*, задачи № 4, 5 к § 66.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует отметить, что по структуре относительного расположения частиц твердые тела делятся на три вида: кристаллические, аморфные и композиты. Принадлежность твердых тел к одному из трех видов определяется их химическим составом.

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, изучение материала § 66* можно перенести на факультатив, приведя лишь примеры полиморфизма для углерода: алмаз, графит, фулерен. Следует также дать определение изотропии и анизотропии.

Урок 3/99. Механические свойства твердых тел

■ **Основной материал.** Упругая и пластическая деформации. Характеристики упругих свойств тела: напряжение и относительное удлинение. Модуль Юнга и его физический смысл. Закон Гука. Предел упругости и прочности.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 69.

■ **Демонстрации.** 1. Закон Гука и определение модуля упругости [1, опыт 30].

2. Предел упругости и остаточная деформация [1, опыт 29].

3. Разрыв стеклянной нити [1, опыт 32].

■ **На дом.** § 69, задачи № 3—5 к § 69.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что механические свойства твердых тел обусловлены их молекулярной структурой. На уроке следует обсудить возможные виды деформации тел и ввести физические величины, ее характеризующие.

Урок 4/100. Контрольная работа № 7 *«Агрегатные состояния вещества»*

Механические и звуковые волны (8 ч)

Урок 1/101. Распространение волн в упругой среде

■ **Основной материал.** Способы передачи энергии и импульса из одной точки пространства в другую. Механическая волна. Скорость волны. Продольные волны.

■ **Демонстрации.** Образование и распространение продольных волн [1, опыт 68].

■ **На дом.** § 70 (до поперечных волн).

Урок 2/102. Отражение волн

■ **Основной материал.** Поперечные волны. Отражение волн.

■ **Демонстрации.** 1. Образование и распространение поперечных волн [1, опыт 68].

2. Волны на поверхности воды [1, опыт 69].

3. Отражение волн [1, опыт 72].

■ **На дом.** § 70.

Урок 3/103. Периодические волны

■ **Основной материал.** Гармонические волны. Длина волны. Поляризация. Плоскость поляризации. Линейно-поляризованная механическая волна.

■ **Демонстрации.** Образование и распространение продольных и поперечных волн [1, опыт 68].

■ **На дом.** § 71.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К демонстрациям

При демонстрации колебаний в шнуре, закрепленном на одном конце, простейшим поляризатором является щель. Она не пропускает волну, поляризованную в плоскости, перепендикулярной щели.

Урок 4/104. Решение задач

Решение задач типа: № 1, 3, 4 к § 71.

■ **На дом.** § 71, задачи № 2, 5 к § 71.

Урок 5/105. Стоячие волны

■ **Основной материал.** Стоячая волна. Сложение двух гармонических поперечных волн (падающей и отраженной). Пучности и узлы стоячей волны. Моды колебаний.

Решение задач типа: № 1—3 к § 72.

■ **Демонстрации.** Стоячие волны [1, опыт 73].

■ **На дом.** § 72, задачи № 4, 5 к § 72.

Урок 6/106. Звуковые волны

■ **Основной материал.** Возникновение и восприятие звуковых волн. Ультразвук. Условие распространения звуковых волн. Скорость звука.

Решение задач типа: № 1—3 к § 73.

■ **Демонстрации.** 1. Источники и приемники звука [1, опыт 76].

2. Осциллографирование звука [1, опыт 77].

3. Звукопроводность различных тел [1, опыт 78].

4. Измерение скорости звука в воздухе [1, опыт 79].

■ **На дом.** § 73, задачи № 4, 5 к § 73.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Звуковые волны — упругие волны в среде, вызывающие у человека слуховые ощущения. Следует обратить внимание учащихся на то, что упругие волны называются звуковыми, если частоты соответствующих им колебаний лежат в пределах от 16 Гц до 20 кГц. Инфразвук — упругие волны с частотами, меньшими 16 Гц; ультразвук — с частотами, большими 20 кГц. Частота звуковых колебаний обратно пропорциональна размеру колеблющегося источника.

Урок 7/107. Высота, тембр, громкость звука

■ **Основной материал.** Зависимость высоты звука от частоты колебаний. Тембр звука. Зависимость громкости звука от амплитуды колебаний. Порог слышимости, интенсивность звука. Уровень интенсивности.

Решение задач типа: № 1—3 к § 74.

■ **Демонстрации.** 1. Анализ звуковых колебаний, тембр звука [1, опыт 82].

2. Интенсивность и громкость звука [1, опыт 81].

3. Основные свойства ультразвука [1, опыт 93].

4. Практическое применение ультразвука [1, опыт 94].

■ **На дом.** § 74, задачи № 4, 5 к § 74.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Внимание учащихся следует обратить на следующее: слуховые ощущения человека определяются физическими параметрами звуковой волны, воздействующей на орган слуха.

Высота звука определяется частотой источника звуковых колебаний: чем больше частота колебаний, тем выше звук; колебаниям малых частот соответствуют низкие звуки. Отличие тембра звуков, имеющих одинаковый период, определяется различием формы звуковых колебаний, связанным с разными относительными амплитудами основной моды и обертонов. Громкость звука определяется амплитудой колебаний давления в звуковой волне. Порог слышимости — минимальное изменение давления, которое может фиксировать человеческое ухо.

Интенсивность звука — энергия звуковых волн, падающая на площадь 1 м^2 за 1 с. Уровень интенсивности звука пропорционален числу порядков, на которое ее величина превосходит порог слышимости.

Урок 8/108. Контрольная работа № 8 *«Механические и звуковые волны»*

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (23 ч)

Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (10 ч)

Урок 1/109. Электрический заряд. Квантование заряда

■ **Основной материал.** Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Принцип квантования заряда. Кварки.

■ **На дом.** § 75.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

На уроке необходимо обратить внимание учащихся на следующее.

Гравитационное притяжение испытывают все частицы, обладающие массой. Электромагнитное взаимодействие возникает лишь между заряженными частицами, которые могут как притягиваться, так и отталкиваться. Электрический заряд характеризует способность тел или частиц к электромагнитному взаимодействию.

Электрический заряд дискретен (квантован): суммарный положительный заряд кратен заряду протона, суммарный отрицательный — заряду электрона.

Зарядить электронейтральное тело отрицательно можно, например, добавив избыточные электроны. При удалении электронов (ионизации атомов) тело заряжается положительно.

Урок 2/110. Электризация тел. Закон сохранения заряда

■ **Основной материал.** Электризация. Объяснение явления электризации трением. Закон сохранения электрического заряда.

Решение задач типа: № 1—3 к § 76.

■ **Демонстрации.** 1. Электризация. Взаимодействие наэлектризованных тел [2, опыт 1].

2. Электростатическая индукция. Электрофор [2, опыт 4].

3. Таблица «Спектр»: «Электризация тел».

■ **На дом.** § 76, задачи № 4, 5 к § 76.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на то, что при трении различных веществ наблюдается их взаимное притяжение и отталкивание, возникающее в результате электризации тел.

Одно и то же вещество при трении с различными веществами может получать заряд разного знака.

Урок 3/111. Закон Кулона

■ **Основной материал.** Взаимодействие точечных зарядов. Единица заряда — кулон. Закон Кулона. Сравнение электростатических и гравитационных сил.

■ **Демонстрации.** 1. Закон Кулона [2, опыт 5].

2. Таблица «Спектр»: «Закон Кулона».

■ **На дом.** § 77.

Урок 4/112. Решение задач

■ **Основной материал.** Равновесие статических зарядов*. Неустойчивость равновесия статических зарядов*.

Решение задач типа: № 1—4 к § 77.

■ **На дом.** § 78*, задачи № 5 к § 77, № 1, 5 к § 78*.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, изучение § 78* можно перенести на факультатив, приняв без

доказательства утверждение, что система статических зарядов не может быть устойчивой.

Урок 5/113. Напряженность электрического поля

■ **Основной материал.** Источник электромагнитного поля. Силовая характеристика электростатического поля — напряженность. Формула для расчета напряженности. Направление вектора напряженности.

Решение задач типа: № 1—4 к § 79.

■ **На дом.** § 79, задача № 5 к § 79.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся, что, зная напряженность поля в какой-либо точке пространства, можно найти силу, действующую на произвольный заряд, помещенный в эту точку.

В таблице 25 учебника приведен диапазон изменения напряженности электрического поля.

Задачи к параграфу позволяют найти напряженность поля, созданную различными системами электрических зарядов.

Урок 6/114. Линии напряженности электростатического поля

■ **Основной материал.** Графическое изображение электрического поля. Линии напряженности и их направление. Степень сгущения линий напряженности. Однородное электрическое поле.

■ **Демонстрации.** 1. Силовые линии электрического поля [2, опыт 6].

2. Таблица «Спектр»: «Напряженность электростатического поля».

■ **На дом.** § 80.

Урок 7/115. Принцип суперпозиции электрических полей

■ **Основной материал.** Напряженность поля системы зарядов. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Электрическое поле диполя*.

Решение задач типа: № 1 к § 81.

■ **На дом.** § 81 (до электростатического поля заряженной сферы).

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, вычисление электрического поля диполя можно перенести на факультатив. В то же время на уроке полезно обсудить полученный результат.

Урок 8/116. Электростатическое поле заряженной сферы и заряженной плоскости

■ **Основной материал.** Напряженность поля, созданного заряженной сферой. Поверхностная плотность заряда. Напряженность поля, созданного бесконечной заряженной плоскостью.

Решение задач типа: № 2 к § 81.

■ **На дом.** § 81, задача № 3 к § 81.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Рассмотрение электростатических полей, созданных протяженными заряженными телами — заряженной сферой и плоскостью, можно перенести на факультатив, воспользовавшись лишь конечными результатами расчетов.

Учащимся следует напомнить, что внутри заряженной сферы электростатическое поле отсутствует, т. е. напряженность электростатического поля равна нулю. Напряженность поля вне равномерно заряжен-

ной сферы совпадает с напряженностью поля точечного заряда, равного заряду сферы и помещенного в центре сферы.

Напряженность поля, созданного бесконечной заряженной плоскостью, постоянна (одинакова на любом расстоянии от плоскости) и зависит лишь от поверхностной плотности заряда на плоскости. Плоскость можно считать бесконечной на расстоянии от нее значительно меньшем, чем линейный размер плоскости.

Урок 9/117. Подготовка к контрольной работе

Решение задач типа:

1. № 1 к § 81.
2. № 2, 3 к § 78*.

■ **На дом.** Задача № 5 к § 81.

Урок 10/118. Контрольная работа № 9 *«Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»*

Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (13 ч)

Урок 1/119. Работа сил электростатического поля

■ **Основной материал.** Аналогия движения частиц в электростатическом и гравитационном полях. Формула для расчета потенциальной энергии поля точечного заряда.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 82.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Потенциал электростатического поля».

■ **На дом.** § 82, задачи № 3—5 к § 82.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что силы электростатического взаимодействия зависят от расстояния между заряженными телами ($\sim 1/r^2$) и направлены по прямой, соединяющей тела. Поэтому работа сил электростатического поля при перемещении заряженной частицы из одной точки в другую не зависит от формы траектории, а зависит лишь от начального и конечного положений частицы. Работа электростатической силы (как и любой потенциальной силы) равна разности потенциальной энергии заряженной частицы в ее начальном и конечном положениях.

Урок 2/120. Потенциал электростатического поля

■ **Основной материал.** Энергетическая характеристика поля — потенциал. Единица потенциала. Формула для расчета потенциала электростатического поля, созданного точечным зарядом. Эквипотенциальная поверхность.

■ **Демонстрации.** Измерение разности потенциалов. Эквипотенциальные поверхности [2, опыт 8].

■ **На дом.** § 83 (до разности потенциалов), задача № 1 к § 83.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Следует обратить внимание учащихся на то, что существует две характеристики электростатического поля: силовая — напряженность и энергетическая — потенциал. Потенциал электростатического поля в данной точке — скалярная физическая величина.

При удалении от положительного заряда потенциал уменьшается, а при удалении от отрицательного заря-

до потенциал возрастает. Линии напряженности электростатического поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям и направлены от поверхности с большим потенциалом к поверхности с меньшим.

Урок 3/121. Разность потенциалов. Измерение разности потенциалов

■ **Основной материал.** Работа, совершаемая силами электростатического поля при перемещении заряда. Разность потенциалов. Формула, связывающая напряжение и напряженность. Измерение разности потенциалов.

Решение задач типа: № 2, 3 к § 83.

■ **Демонстрации.** Измерение разности потенциалов. Эквипотенциальные поверхности [2, опыт 8].

■ **На дом.** § 83, задача № 4, 5 к § 83.

Урок 4/122. Электрическое поле в веществе

■ **Основной материал.** Подвижность заряженных частиц. Свободные и связанные заряды. Проводники, диэлектрики, полупроводники. Различие строения атомов этих веществ.

■ **На дом.** § 84.

Урок 5/123. Диэлектрики в электростатическом поле

■ **Основной материал.** Виды диэлектриков: полярные и неполярные. Пространственное перераспределение зарядов в диэлектрике под действием электростатического поля. Поляризация диэлектриков. Относительная диэлектрическая проницаемость среды.

■ **Демонстрации.** Таблица «Спектр»: «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле».

■ **На дом.** § 85.

Урок 6/124. Решение задач

Решение задач типа: № 1—4 к § 85.

■ **На дом.** Задача № 5 к § 85.

Урок 7/125. Проводники в электростатическом поле

■ **Основной материал.** Распределение зарядов в металлическом проводнике. Электростатическая индукция. Идеальный проводник. Электростатическая защита. Распределение зарядов по поверхности проводника*.

■ **Демонстрации.** 1. Распределение зарядов по поверхности проводника. Электрический ветер [2, опыт 3].

2. Таблица «Спектр»: «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле».

3. Экранирующее действие проводников [2, опыт 7].

■ **На дом.** § 86, 87*.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

При 4 ч в неделю, отводимых на физику, изучение материала § 87* можно перенести на факультатив, обратив внимание учащихся на две особенности распределения зарядов по поверхности проводника.

Чем больше радиус сферы, тем больший заряд можно разместить на сфере.

Чем меньше радиус кривизны поверхности, тем больше напряженность поля вблизи нее. Вблизи острия металлического заряженного тела напряженность поля наибольшая.

На факультативе целесообразно также разобрать задачи № 1—5 к § 87*.

Урок 8/126. Электроемкость уединенного проводника

■ **Основной материал.** Гидростатическая аналогия. Электрическая емкость. Единица электроемкости. Электроемкость сферы и ее характеристика.

■ **На дом.** § 88.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Обратите внимание учащихся на то, что характеристикой электроемкости сферы является ее радиус.

Электроемкостью 1 Ф обладает сфера радиусом 9 млн км. Этот радиус в 13 раз превышает радиус Солнца. Электроемкость земного шара достаточно велика и составляет 0,7 мФ. Поэтому при соединении заряженных тел проводником с Землей, т. е. при заземлении, практически весь заряд тела переходит на Землю.

Урок 9/127. Электроемкость конденсатора

■ **Основной материал.** Способ увеличения электроемкости проводника. Конденсатор. Электроемкость плоского воздушного конденсатора.

Решение задач типа: № 1, 2 к § 89.

■ **Демонстрации.** 1. Электроемкость плоского конденсатора [2, опыт 10].

2. Таблица «Спектр»: «Конденсаторы».

3. Устройство и действие конденсаторов постоянной и переменной емкости [2, опыт 11].

■ **На дом.** § 89, задачи № 3—5 к § 89.

Урок 10/128. Лабораторная работа № 9* «*Измерение электроемкости конденсатора*» [3, с. 285]

Цель работы: изучить устройство плоского конденсатора и рассчитать его электроемкость.

Оборудование: 1) пластинки металлические — 2 шт.; 2) пластинка стеклянная; 3) штангенциркуль; 4) линейка измерительная.

Указания к работе

В работе измеряется электроемкость плоского конденсатора — системы двух плоскопараллельных пластин *1* площадью S, находящихся на расстоянии d друг от друга (рис. 10).

Пространство между пластинами заполнено диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью ε (вставлена стеклянная пластина *2* толщиной d).

Электроемкость плоского конденсатора с диэлектриком рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{S\varepsilon\varepsilon_0}{d}.$$

Электроемкость конденсатора зависит как от его геометрических характеристик (площади пластин, расстояния между ними), так и от относительной диэлектрической проницаемости вещества, заполняющего пространство между пластинами. Электроем-

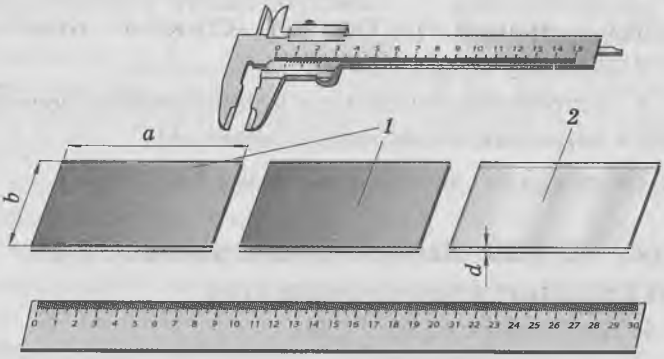


Рис. 10

кость не зависит от заряда на пластинах и разности потенциалов, приложенной к ним.

Работу выполняют в такой последовательности.

Измеряют линейкой длину a и ширину b металлической пластины и рассчитывают площадь пластины $S = ab$. Штангенциркулем измеряют толщину стеклянной пластины d и рассчитывают электроемкость плоского конденсатора с диэлектриком. Затем вычисляют относительную и абсолютную погрешность косвенного измерения электроемкости. При этом абсолютную погрешность измерений длины и ширины пластин полагают равной 1 мм, а абсолютную погрешность измерения толщины стеклянной пластины равной цене деления нониуса штангенциркуля.

■ **На дом.** § 89.

Урок 11/129. Энергия электростатического поля

■ **Основной материал.** Потенциальная энергия пластины конденсатора. Вывод формулы потенциальной энергии электростатического поля плоского конденсатора.

■ **Демонстрации.** 1. Таблица «Спектр»: «Энергия электростатического поля».

2. Энергия заряженного конденсатора [2, опыт 3].

■ **На дом.** § 90 (до объемной плотности), задачи № 1, 2 к § 90.

Урок 12/130. Объемная плотность энергии электростатического поля

■ **Основной материал.** Объемная плотность энергии электростатического поля. Единицы измерения.

Решение задач типа: № 3, 4 к § 90.

■ **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

К основному материалу

Учащимся следует отметить, что при значительных плотностях энергии электростатического поля (40—50 Дж/м^3) возникают атмосферные разряды.

Урок 13/131. Контрольная работа № 10 *«Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»*

Резервное время (5 ч).

Контрольные работы

Контрольные работы предусмотрены по всем темам курса. Общее число контрольных работ — 10. Время, отводимое на каждую работу, — 1 ч.

Контрольная работа состоит из пяти заданий, сформулированных в виде тестов с выбором одного правильного ответа из пяти представленных. Уровень сложности заданий дифференцирован.

Правильный ответ на каждое из первых трех заданий оценивается в 1 балл. Через 7—10 мин (в зависимости от уровня подготовленности учащихся) ответы на эти задания собираются учителем. В четвертой и пятой задаче требуется также решение в общем виде. Четвертая задача оценивается в 2 балла, пятая — в 3 балла. Оценка за контрольную работу выставляется в зависимости от суммарного балла, полученного учащимся за правильные ответы на вопросы и задачи, по следующей шкале:

Суммарный балл	7—8	5—6	3—4	0—2
Оценка	5	4	3	2

Учитель предварительно знакомит учащихся с данной шкалой выставления оценок.

Подобная структура контрольной работы позволяет объединить текущий контроль усвоения материала (задания 1—3) с проверкой глубины понимания физической теории (задачи 4, 5).

Кроме того, по структуре и содержанию контрольная работа аналогична определенному темати-

ческому фрагменту единого государственного экзамена по физике.

Подобный текущий тренинг существенно облегчает учащимся адаптацию к системе экзаменационного тестирования.

Известный правильные ответы значительно ускоряют учителю проверку работы. Имея сводные данные по ответу на каждый вопрос и по решению каждой задачи, учитель может составить представление о динамике изучения материала каждым учащимся. Например, если учащийся регулярно правильно отвечает на первые три вопроса, но не справляется с четвертой и пятой задачами, это означает, что он достаточно поверхностно (на репродуктивном уровне) представляет себе материал курса. Наоборот, если учащийся регулярно решает пятую задачу, но неправильно отвечает на остальные вопросы, то это свидетельствует о достаточно глубоком, но фрагментарном изучении им курса.

Благодаря дифференцированному уровню сложности заданий в контрольной, учитель может детально отслеживать не только уровень усвоения материала по теме, но и изменение интереса учащегося к изучению курса.

Контрольная работа № 1
«Кинематика материальной точки»

I вариант

1. На рисунке 1 представлен график зависимости ускорения тела от времени t. Какой из графиков зависимости скорости v от времени t, приведенных на рисунке 2, может соответствовать этому графику?

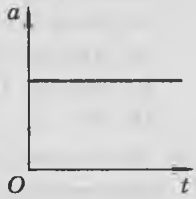


Рис. 1

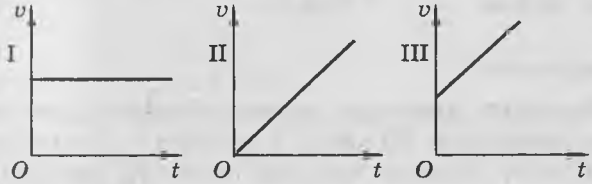


Рис. 2

А. I; В. I и III; Д. I, II и III.
Б. II; Г. II и III;

2. По графику зависимости модуля скорости велосипедиста v от времени t (рис. 3) определите модуль его ускорения a в течение первых трех секунд движения.

А. 3 м/с^2; В. 4 м/с^2; Д. 12 м/с^2.
Б. 4 м/с; Г. 6 м/с^2;

3. По графику зависимости скорости от времени (рис. 3) определите среднюю скорость велосипедиста за время $t = 6$ с.

А. 2 м/с; В. 6 м/с; Д. 8 м/с.
Б. 4 м/с; Г. 7 м/с;

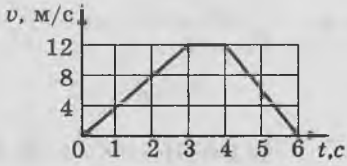


Рис. 3

4. Теннисный мяч, брошенный горизонтально с высоты 4,9 м, упал на землю на расстоянии 30 м от точки бросания. Какова начальная скорость мяча и время его полета?

А. 30 м/с, 1 с; **Г.** 15 м/с, 25 с;
Б. 26 м/с, 1,5 с; **Д.** 10 м/с, 3 с.
В. 20 м/с, 1 с;

5. Тело свободно падает с высоты 24,8 м. Какой путь оно проходит за 0,5 с до падения на землю?

А. 12,4 м; **В.** 9,8 м; **Д.** 8,2 м.
Б. 10,2 м; **Г.** 9 м;

II вариант

1. Наездник проходит первую половину дистанции со скоростью 30 км/ч, а вторую — со скоростью 20 км/ч. Какова средняя скорость наездника на дистанции?

А. 22 км/ч; **В.** 25 км/ч; **Д.** 28 км/ч.
Б. 24 км/ч; **Г.** 26 км/ч;

2. На рисунке 1 представлен график зависимости скорости тела v от времени t. Какой из графиков движения на рисунке 2 может соответствовать этой зависимости?

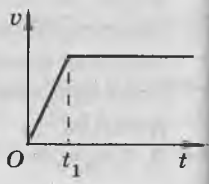


Рис. 1

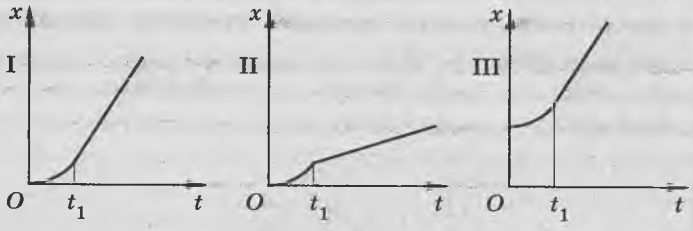


Рис. 2

А. I; **В.** I и III; **Д.** I, II и III.
Б. II; **Г.** II и III;

3. Какой из графиков зависимости ускорения тела a от времени t (рис. 3) соответствует зависимости скорости от времени (рис. 1)?

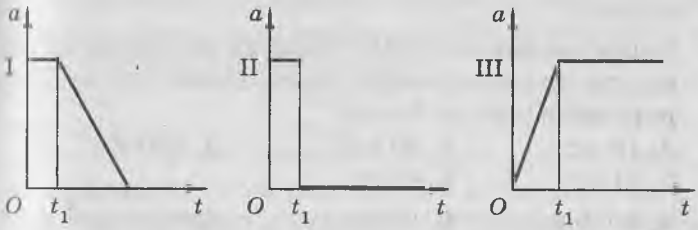


Рис. 3

А. I; В. III; Д. I, II и III.
Б. II; Г. I и II;

4. Какой путь проходит свободно падающая (без начальной скорости) капля за третью секунду от момента отрыва?

А. 24,5 м; В. 30,2 м; Д. 33,1 м.
Б. 27,4 м; Г. 32,6 м;

5. Упругий шар падает вертикально на наклонную плоскость со скоростью 5 м/с. На каком расстоянии шар второй раз ударится об эту плоскость? Угол наклона плоскости к горизонту равен 30°.

А. 6,1 м; В. 5,5 м; Д. 5,1 м.
Б. 5,9 м; Г. 5,3 м;

Контрольная работа № 2
«Законы Ньютона»

I вариант

1. Масса космонавта 60 кг. Какова его масса на Луне, где гравитационное притяжению тел в шесть раз слабее, чем на Земле?
   А. 10 кг; В. 60 кг; Д. 360 кг.
   Б. 54 кг; Г. 66 кг;
2. При отправлении поезда груз, подвешенный к потолку вагона, отклонился на восток. В каком направлении начал двигаться поезд?
   А. На восток;
   Б. На запад;
   В. На север;
   Г. На юг;
   Д. Среди ответов А—Г нет правильного.
3. В ящик массой 15 кг, скользящий по полу, садится ребенок массой 30 кг. Как при этом изменится сила трения ящика о пол?
   А. Останется прежней;
   Б Увеличится в 2 раза;
   В. Увеличится в 3 раза;
   Г. Уменьшится в 2 раза;
   Д. Уменьшится в 3 раза.
4. Два бруска, связанные невесомой нерастяжимой нитью (рис. 1), тянут с силой $F = 2$ Н вправо по столу. Массы брусков $m_1 = 0{,}2$ кг и $m_2 = 0{,}3$ кг, коэффициент трения скольжения бруска по столу $\mu = 0{,}2$. С каким ускорением движутся бруски?

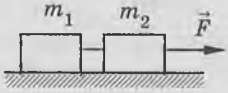


Рис. 1

   А. 1 м/с^2; В. 3 м/с^2; Д. 5 м/с^2.
   Б. 2 м/с^2; Г. 4 м/с^2;

6. Шайба скользит с ледяной горки высотой $H = 5$ м, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = 45°$. Коэффициент трения шайбы о лед $\mu = 0{,}2$. Горка плавно переходит в горизонтальную ледяную поверхность. Какой путь пройдет шайба до остановки по горизонтальной поверхности?

А. 5 м; В. 15 м; Д. 25 м.
Б. 10 м; Г. 20 м;

II вариант

1. На рисунке 1 представлены векторы скорости $\vec{v}$ и ускорения $\vec{a}$ движения тела. Каково направление равнодействующей всех сил, действующих на это тело?

Рис. 1

А. → Г. ↘
Б. ↗ Д. ↙
В. ↓

2. Тело сжимают две силы. Сила, равная 100 Н, направлена вправо, а сила, равная 200 Н, направлена влево. Каковы направление и модуль равнодействующей сил, действующих на тело?

А. Вправо 100 Н; Г. Влево 100 Н;
Б. Влево 200 Н; Д. Влево 300 Н.
В. Вправо 200 Н;

3. Тележку массой 15 кг толкают с силой 45 Н. Ускорение тележки при этом 1 м/с^2. Чему равен модуль силы, препятствующий движению тележки?

А. 25 Н; Г. 40 Н;
Б. 30 Н; Д. 45 Н.
В. 35 Н;

4. Два тела, связанные невесомой нерастяжимой нитью (рис. 2), тянут с силой $F = 12$ Н, составляющей угол $\alpha = 60°$ с горизонтом, по гладкому столу ($\mu = 0$). Какова сила натяжения нити?

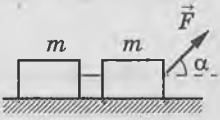


Рис. 2

А. 1 Н; В. 3 Н; Д. 5 Н.
Б. 2 Н; Г. 4 Н;

5. Кубик начинает скользить с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с вверх по ледяной прямолинейной горке, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = 45°$. Коэффициент трения скольжения кубика о лед $\mu = 0,2$. Через какой промежуток времени кубик вернется к основанию горки?

А. 1,34 с; В. 1,74 с; Д. 2,04 с.
Б. 1,54 с; Г. 1,94 с;

Контрольная работа № 3
«Законы сохранения»

I вариант

1. Шарик массой m, движущийся вправо со скоростью v_0 в направлении стенки, абсолютно упруго отражается от нее. Каково изменение импульса шарика?

   А. mv_0 (направлено влево);

   Б. $2mv_0$ (направлено влево);

   В. mv_0 (направлено вправо);

   Г. $2mv_0$ (направлено вправо);

   Д. 0.

2. По условию задачи 1 определите изменение кинетической энергии шарика.

   А. mv_0^2;

   Б. $mv_0^2/2$;

   В. 0;

   Г. $-mv_0^2/2$;

   Д. $-mv_0^2$.

3. Два мяча движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с и 4 м/с (рис. 1). Массы мячей равны 150 г и 50 г соответственно.

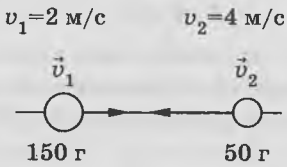


Рис. 1

После столкновения меньший мяч стал двигаться вправо со скоростью 5 м/с. С какой скоростью и в каком направлении будет двигаться больший мяч?

А. 1 м/с, влево;

Б. 1 м/с, вправо;

В. 2 м/с, влево;

Г. 2 м/с, вправо;

Д. 3 м/с, влево.

4. Шарик из пластилина массой m, висящий на нити (рис. 2), отклоняют от положения равновесия на высоту H и отпускают. Он сталкивается с другим шариком массой $2m$, висящим на нити равной длины.
На какую высоту поднимутся шарики после абсолютно неупругого столкновения?

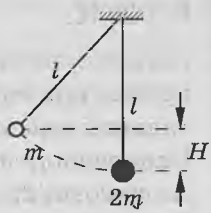


Рис. 2

А. $H/16$; Г. $H/4$;
Б. $H/9$; Д. $H/2$.
В. $H/8$;

5. На столе высотой 1 м лежат рядом пять словарей, толщиной по 10 см и массой по 2 кг каждый. Какую работу требуется совершить, чтобы уложить их друг на друга?
А. 29,4 Дж;
Б. 24,5 Дж;
В. 19,6 Дж;
Г. 9,8 Дж;
Д. Среди ответов А—Г нет правильного.

II вариант

1. Какую скорость приобретет неподвижное тело массой 5 кг под действием импульса силы 20 Н · с?
А. 100 м/с; В. 10 м/с; Д. 2 м/с.
Б. 20 м/с; Г. 4 м/с;

2. После удара о пружину металлический цилиндр массой 1 кг (рис. 1) останавливается за 0,02 с. Начальная скорость цилиндра $v_0 = 10$ м/с.

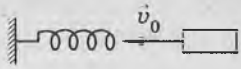


Рис. 1

Каково изменение импульса цилиндра в результате его остановки?
А. 0,2 кг · м/с; Г. 20 кг · м/с;
Б. 2 кг · м/с; Д. 200 кг · м/с.
В. 10 кг · м/с;

3. По условию задачи 2 определите среднюю силу сопротивления пружины.

А. 200 Н; В. 400 Н; Д. 600 Н.
Б. 300 Н; Г. 500 Н;

4. Шарик массой m, подвешенный на нити длиной l, вращается по окружности радиусом r в горизонтальной плоскости с угловой скоростью ω (рис. 2). Какова сила натяжения нити?

А. $mg\cos\alpha/2$;
Б. mgr/l;
В. $m(\omega^2 r^2 + g^2)^{1/2}$;
Г. $m\,\omega r\sin\alpha/2$;
Д. $m(\omega^4 r^2 + g^2)^{1/2}$.

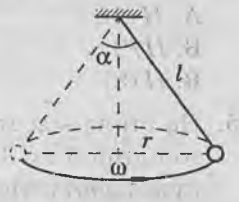


Рис. 2

5. Во сколько раз радиус орбиты спутника, висящего над определенной точкой Земли, больше радиуса Земли?

А. В 3 раза; В. В 10 раз; Д. В 21 раз.
Б. В 7 раз; Г. В 18 раз;

Контрольная работа № 4
«Релятивистская механика»

I вариант

1. Если элементарная частица движется со скоростью света, то...
   А. масса покоя частицы равна нулю;
   Б. частица обладает электрическим зарядом;
   В. на частицу не действует гравитационное поле;
   Г. частица не может распадаться на другие частицы;
   Д. частица может увеличить свою скорость.

2. Ион, обладающий скоростью 0,6*c*, испускает фотон в направлении, противоположном скорости движения иона. Какова скорость фотона относительно иона?
   А. 0,6*c*; **В.** 0,8*c*; **Д.** 1,6*c*.
   Б. *c*; **Г.** 0,4*c*;

3. С космического корабля, удаляющегося от Земли со скоростью 0,75*c*, стартует ракета в направлении движения корабля. Скорость ракеты относительно Земли 0,96*c*. Какова скорость ракеты относительно корабля?
   А. 0,7*c*; **В.** 0,8*c*; **Д.** 0,96*c*.
   Б. 0,75*c*; **Г.** 0,85*c*;

4. С какой скоростью должна лететь ракета, чтобы время в ней замедлялось в 3 раза?
   А. $2{,}77 \cdot 10^8$ м/с; **Г.** $2{,}89 \cdot 10^8$ м/с;
   Б. $2{,}8 \cdot 10^8$ м/с; **Д.** $2{,}96 \cdot 10^8$ м/с.
   В. $2{,}83 \cdot 10^8$ м/с;

5. Внешнее электрическое поле совершает работу 0,26 МэВ по ускорению электрона. С какой скоростью будет двигаться электрон, если его начальная скорость 0,5*c*?
   А. 0,6*c*; **В.** 0,75*c*; **Д.** 0,85*c*.
   Б. 0,7*c*; **Г.** 0,8*c*;

II вариант

1. Ион, получивший в ускорителе скорость $v = 0{,}8c$, испускает фотон в направлении своего движения. Какова скорость фотона относительно иона?
   А. $1{,}8c$; Г. $0{,}9c$;
   Б. $0{,}2c$; Д. $0{,}4c$.
   В. c;

2. Два лазерных импульса излучаются в вакууме навстречу друг другу. С какой скоростью они распространяются друг относительно друга?
   А. $2c$; Г. $1{,}5c$;
   Б. c; Д. $0{,}75c$.
   В. $0{,}5c$;

3. Две галактики разбегаются от центра Вселенной в противоположных направлениях с одинаковыми скоростями $0{,}8c$ относительно центра. С какой скоростью они удаляются друг от друга?
   А. $0{,}97c$; Г. $0{,}976c$;
   Б. $0{,}972c$; Д. $0{,}98c$.
   В. $0{,}974c$;

4. Ракета движется со скоростью $0{,}968c$. Во сколько раз время, измеренное в ракете, отличается от времени, измеренного по неподвижным часам?
   А. 5 раз; Г. 2 раза;
   Б. 4 раза; Д. 1,5 раза.
   В. 3 раза;

5. Какую работу (в МэВ) надо совершить для увеличения скорости электрона от $0{,}7c$ до $0{,}9c$?
   А. 0,46 МэВ; Г. 0,6 МэВ;
   Б. 0,5 МэВ; Д. 0,66 МэВ.
   В. 0,54 МэВ;

Контрольная работа № 5
«Молекулярная физика»

I вариант

1. Ионизация атома происходит, когда...
   А. электроны добавляются к атому или удаляются из него;
   Б. протоны добавляются к атому или удаляются из него;
   В. атомы ускоряются до значительной скорости;
   Г. атом излучает энергию;
   Д. электрон переходит на другую орбиту.

2. В резервуаре находится кислород. Чем определяется давление на стенки резервуара?
   А. Столкновениями между молекулами;
   Б. Столкновениями молекул со стенками;
   В. Силами притяжения между молекулами;
   Г. Силами отталкивания между молекулами;
   Д. Силами притяжения молекул со стенками.

3. Каково число нейтронов в ядре изотопа $^{56}_{26}Fe$?
   А. 26; В. 30; Д. Среди ответов А—Г
   Б. 13; Г. 56; нет правильного.

4. Воздух, находящийся в сосуде при атмосферном давлении при температуре $t_1 = 20$ °С, нагревают до температуры $t_2 = 60$ °С. Найдите давление воздуха после его нагревания.
   А. $1{,}1 \cdot 10^5$ Па; Г. $1{,}25 \cdot 10^5$ Па;
   Б. $1{,}15 \cdot 10^5$ Па; Д. $1{,}3 \cdot 10^5$ Па.
   В. $1{,}2 \cdot 10^5$ Па;

5. До какого давления накачан футбольный мяч объемом 3 л за 30 качаний поршневого насоса? При каждом качании насос захватывает из атмосферы объем воздуха 200 см^3. Атмосферное давление нормальное (1 атм $\approx 1{,}01 \cdot 10^5$ Па).
   А. 1,2 атм; В. 1,6 атм; Д. 2,5 атм.
   Б. 1,4 атм; Г. 2,0 атм;

II вариант

1. При изотермическом сжатии определенной массы газа будет уменьшаться...
   А. давление;
   Б. масса;
   В. плотность;
   Г. среднее расстояние между молекулами газа;
   Д. средняя квадратичная скорость молекул.
2. При повышении температуры идеального газа обязательно увеличивается...
   А. давление газа;
   Б. концентрация молекул;
   В. средняя кинетическая энергия молекул;
   Г. объем газа;
   Д. число молей газа.
3. Каков суммарный заряд изотопа $^{23}_{11}Na$?
   А. $+11e$;
   Б. $+23e$;
   В. $-11e$;
   Г. $-23e$;
   Д. 0.
4. Давление газа в лампе $4{,}4 \cdot 10^4$ Па, а его температура 47 °С. Какова концентрация атомов газа?
   А. 10^{25} м$^{-3}$;
   Б. $2 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$;
   В. $4 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$;
   Г. $6 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$;
   Д. $8 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$.
5. В сосуде объемом 30 л находится смесь газов: 28 г азота и 16 г кислорода. Давление смеси $1{,}25 \times 10^5$ Па. Какова температура газа?
   А. 250 К;
   Б. 270 К;
   В. 280 К;
   Г. 290 К;
   Д. 300 К.

Контрольная работа № 6
«Термодинамика»

I вариант

1. Какая из приведенных ниже физических величин не измеряется в джоулях?
   А. Потенциальная энергия;
   Б. Кинетическая энергия;
   В. Работа;
   Г. Мощность;
   Д. Количество теплоты.

2. Веществам одинаковой массы, удельные теплоемкости которых приведены ниже, при температуре 20 °С передается количество теплоты, равное 100 Дж. Какое из веществ нагреется до более высокой температуры?
   А. Золото — 0,13 кДж/(кг · К);
   Б. Серебро — 0,23 кДж/(кг · К);
   В. Железо — 0,46 кДж/(кг · К);
   Г. Алюминий — 0,88 кДж/(кг · К);
   Д. Вода — 4,19 кДж/(кг · К).

3. Одна и та же масса веществ, приведенных в задании 2 при температуре 20 °С, охлаждается до 5 °С. Какое из веществ отдаст при этом наибольшее количество теплоты?

4. При адиабатном расширении газа...
   А. давление не изменяется;
   Б. температура увеличивается;
   В. температура может либо возрастать, либо уменьшаться в зависимости от сорта газа;
   Г. температура уменьшается;
   Д. температура не изменяется.

5. Найдите работу, совершенную двумя молями газа в цикле, приведенном на диаграмме *p*, *V* (рис. 1). Температура газа в точках *1* и *2* равна соответственно 300 К и 360 К.

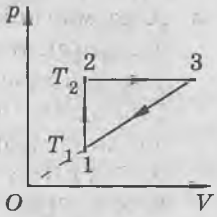


Рис. 1

   А. 80 Дж;
   Б. 100 Дж;
   В. 120 Дж;
   Г. 140 Дж;
   Д. 160 Дж.

II вариант

1. Внутреннюю энергию воды определяет ее...
   1. температура;
   2. фазовое состояние;
   3. масса.

   А. Только 1; **Г.** Только 1 и 3;
   Б. Только 2; **Д.** 1, 2, 3.
   В. Только 3;

2. Какое количество теплоты необходимо передать воде массой 5 кг для нагревания ее от 20 °С до 80 °С?
   А. 1 МДж; **Г.** 1,75 МДж;
   Б. 1,25 МДж; **Д.** 2 МДж.
   В. 1,5 МДж;

3. Температура медного образца увеличилась с 293 К до 353 К при передаче ему количества теплоты 16 кДж. Удельная теплоемкость меди $0{,}39\,\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$.
   Какова масса образца?
   А. 180 г; **Г.** 480 г;
   Б. 280 г; **Д.** 680 г.
   В. 380 г;

4. В цилиндре компрессора адиабатно сжимают 2 моля кислорода. При этом совершается работа A = 831 Дж. Найдите, на сколько повысится температура газа.
   А. 20 °С; **Г.** 35 °С;
   Б. 25 °С; **Д.** 40 °С.
   В. 30 °С;

5. Азот массой m = 140 г при температуре T = 300 К охладили изохорно, вследствие чего его давление уменьшилось в 3 раза. Затем газ расширили изобарно так, что его температура стала равной начальной. Найдите работу газа.
   А. 7,3 кДж; **Г.** 10,3 кДж;
   Б. 8,3 кДж; **Д.** 11,3 кДж.
   В. 9,3 кДж;

Контрольная работа № 7
«Агрегатные состояния вещества»

I вариант

1. На рисунке 1 представлена зависимость температуры 10 г вещества от подведенного количества теплоты. Какова температура парообразования вещества?

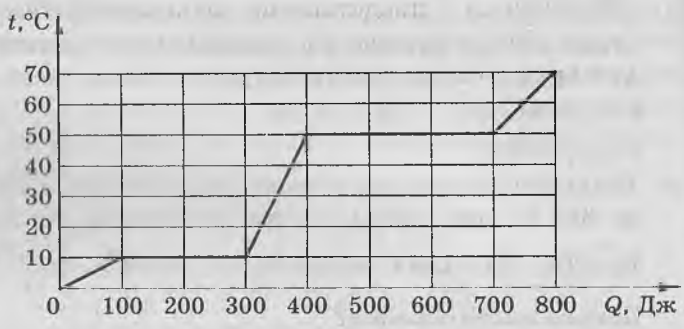


Рис. 1

А. 0 °С; В. 20 °С; Д. 70 °С.
Б. 10 °С; Г. 50 °С;

2. По данным задачи 1 определите отношение удельной теплоты парообразования к удельной теплоте плавления.
А. 1 : 1; В. 3 : 2; Д. 4 : 1.
Б. 2 : 1; Г. 3 : 1;

3. По данным задачи 1 определите удельную теплоемкость жидкости.
А. 50 Дж/(кг · К); Г. 200 Дж/(кг · К);
Б. 100 Дж/(кг · К); Д. 250 Дж/(кг · К).
В. 150 Дж/(кг · К);

4. Какое количество теплоты потребуется для плавления 100 г льда при 0 °С? Удельная теплота плавления льда 0,34 МДж/кг.
А. 34 кДж; В. 50 кДж; Д. 68 кДж.
Б. 44 кДж; Г. 54 кДж;

5. Груз какой массы следует подвесить к стальному тросу длиной 2 м и диаметром 1 см, чтобы он удлинился на 1 мм? Модуль Юнга для стали $E = 2 \times \times 10^{11}$ Па.

А. 400 кг; В. 600 кг; Д. 800 кг.
Б. 500 кг; Г. 700 кг;

II вариант

1. На рисунке 1 представлена зависимость температуры 20 г вещества от подведенного количества теплоты. Какова температура парообразования вещества?

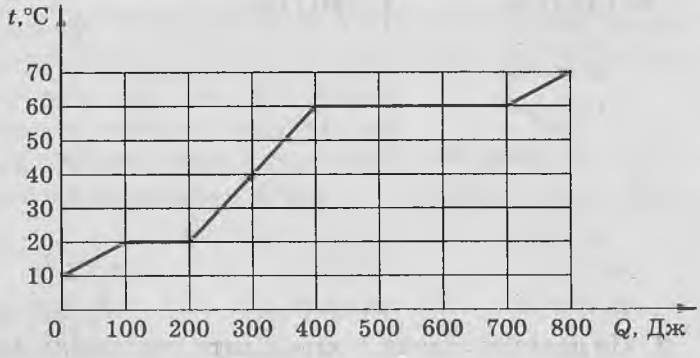


Рис. 1

А. 0 °С; В. 20 °С; Д. 70 °С.
Б. 10 °С; Г. 60 °С;

2. По данным задачи 1 определите удельную теплоту парообразования.

А. 15 кДж/кг; Г. 65 кДж/кг;
Б. 35 кДж/кг; Д. 80 кДж/кг.
В. 50 кДж/кг;

3. По данным задачи 1 определите удельную теплоемкость пара.

А. 500 Дж/(кг · К); Г. 800 Дж/(кг · К);
Б. 600 Дж/(кг · К); Д. 900 Дж/(кг · К).
В. 700 Дж/(кг · К);

4. Какое количество теплоты потребуется для превращения в пар 100 г воды? Удельная теплота парообразования воды 2,26 МДж/кг.

А. 2,26 МДж; **В.** 22,6 кДж; **Д.** 226 Дж.
Б. 226 кДж; **Г.** 2,26 кДж;

5. Для определения модуля упругости вещества образец площадью поперечного сечения 1 см^2 растягивают с силой $2 \cdot 10^4$ Н. При этом относительное удлинение образца оказывается равным 0,1%. Найдите по этим данным модуль упругости вещества образца.

А. 100 ГПа; **В.** 200 ГПа; **Д.** 300 ГПа.
Б. 150 ГПа; **Г.** 250 ГПа;

Контрольная работа № 8
«Механические и звуковые волны»

I вариант

1. Какие из перечисленных ниже волн не являются механическими?
   А. Волны на воде;
   Б. Звуковые волны;
   В. Световые волны;
   Г. Волны в шнуре;
   Д. Волны, создаваемые встающими на трибунах болельщиками.

2. Прямой и отраженный импульсы перемещаются навстречу по веревке симметрично относительно отрезка *AB* (рис. 1). Какова форма веревки в момент, когда оба импульса будут находиться на отрезке *AB*?

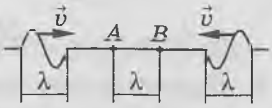


Рис. 1

А. 

Б. 

В. 

Г. 

Д. 

3. Отношение амплитуд двух волн 1 : 2, энергии волн относятся друг к другу как...
   А. 1 : 2; **В.** 1 : 8; **Д.** 2 : 1.
   Б. 1 : 4; **Г.** 1 : 16;

4. Какова скорость распространения волны, если длина волны 2 м, а частота 200 Гц?
   А. 100 м/с; **В.** 300 м/с; **Д.** 500 м/с.
   Б. 200 м/с; **Г.** 400 м/с;

5. Уровень интенсивности звука в кабине автомобиля 70 дБ. Какова интенсивность звука в кабине?
   А. 10^{-5} Вт/м^2; **В.** 10^{-7} Вт/м^2; **Д.** 10^{-9} Вт/м^2.
   Б. 10^{-6} Вт/м^2; **Г.** 10^{-8} Вт/м^2;

II вариант

1. В струне возникает стоячая волна. Длина падающей и отраженной волны λ. Каково расстояние между соседними узлами?

А. λ/4; В. λ; Д. 4λ.
Б. λ/2; Г. 2λ;

2. Прямой и отраженный импульсы перемещаются навстречу по веревке симметрично относительно точки *K* (рис. 1). Какую форму имеет веревка в момент времени, когда точки *A* и *B* оказываются в точке *K*?

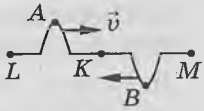
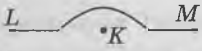
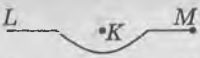
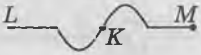


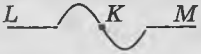
Рис. 1

А. 

Б. 

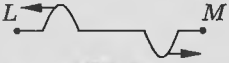
В. 

Г. 

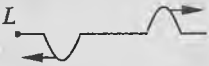
Д. 

3. Какую форму будет иметь веревка (рис. 1) после прохождения импульсами точки *K*?

А. 

Б. 

В. 

Г. 

Д.

4. Частота звуковой волны 800 Гц. Скорость звука 400 м/с. Найдите длину волны?

А. 0,5 м; В. 1,5 м; Д. 2,5 м.
Б. 1 м; Г. 2 м;

5. Уровень интенсивности звука в библиотеке 30 дБ. Какова интенсивность звука в библиотеке?

А. 10^{-10} Вт/м^2; Г. 10^{-7} Вт/м^2;
Б. 10^{-9} Вт/м^2; Д. 10^{-6} Вт/м^2.
В. 10^{-8} Вт/м^2;

Контрольная работа № 9
«Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»

I вариант

1. Два разноименных заряда $-Q$, q ($|Q| > q$) располагаются на некотором расстоянии друг от друга (рис. 1).

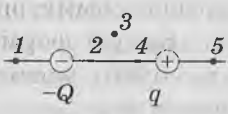


Рис. 1

В какую точку надо поместить третий отрицательный заряд, чтобы он находился в равновесии?

А. *1*; **В.** *3*; **Д.** *5*.
Б. *2*; **Г.** *4*;

2. Электрон движется между противоположно заряженными металлическими пластинами (рис. 2).

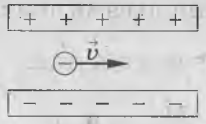


Рис. 2

Какая из стрелок указывает направление вектора силы, действующей на электрон?

А. ↓ **Б.** → **В.** ↗ **Г.** ↑ **Д.** ←

3. Две материальные точки, массы которых m_1 и m_2 и заряды q_1 и q_2 соответственно, находятся в равновесии вследствии равенства гравитационной и электростатической сил.

Знаки зарядов для этого должны быть следующими:

А. q_1 — положительный, q_2 — отрицательный;
Б. q_1 — отрицательный, q_2 — положительный;
В. q_1, q_2 — положительные заряды;
Г. q_1, q_2 — отрицательные заряды;
Д. q_1, q_2 — одноименные заряды.

4. Из данных задачи 3 следует, что равновесие материальных точек возможно, если...

А. $q_1 = q_2$;

Б. $q_1/q_2 = m_1/m_2$;

В. $q_1/q_2 = m_2/m_1$;

Г. $q_1q_2 = Gm_1m_2/k$;

Д. $q_1q_2 = km_1m_2/G$.

G — гравитационная постоянная, k — коэффициент пропорциональности в законе Кулона.

5. Два одинаковых заряженных шарика висят на нитях одинаковой длины l = 47,9 см (рис. 3). Угол между нитями α = 90°, массы шариков m = 2 г. Найдите заряд шариков.

А. 1 мкКл;

Б. 2 мкКл;

В. 3 мкКл;

Г. 4 мкКл;

Д. 5 мкКл.

Рис. 3

II вариант

1. Две сферы равного радиуса имеют заряды +10 Кл и −2 Кл соответственно. Какими станут заряды на сферах после их соединения?

А. 2 Кл;

Б. 4 Кл;

В. 6 Кл;

Г. 8 Кл;

Д. −4 Кл.

2. На металлической сферической оболочке радиусом 2 см находится заряд 1 мкКл. Какова напряженность поля в центре сферы?

А. 10 Н/Кл;

Б. 6 Н/Кл;

В. 4 Н/Кл;

Г. 2 Н/Кл;

Д. 0 Н/Кл.

3. Какова сила притяжения точечных зарядов q_1 = −3 мКл и q_2 = 4 мКл, находящихся на расстоянии 12 м?

А. 1000 Н;

Б. 900 Н;

В. 750 Н;

Г. 600 Н;

Д. 500 Н.

4. Какое ускорение приобретает электрон в однородном электрическом поле с напряженностью 200 Н/Кл? Отношение заряда электрона к его массе равно $\frac{e}{m_e} = 1{,}76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

А. $3{,}5 \cdot 10^{13}$ м/с^2;
Б. $3 \cdot 10^{13}$ м/с^2;
В. 10^{13} м/с^2;
Г. $3{,}5 \cdot 10^{12}$ м/с^2;
Д. 10^{12} м/с^2.

5. По тонкому кольцу радиусом 4 см равномерно распределен заряд 9,26 мкКл. Найдите напряженность поля, созданного в точке, находящейся на расстоянии 3 см от центра кольца по перпендикуляру к его плоскости.

А. 10 МН/Кл;
Б. 20 МН/Кл;
В. 30 МН/Кл;
Г. 40 МН/Кл;
Д. 50 МН/Кл.

Контрольная работа № 10
«Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»

I вариант

1. Какая из приведенных ниже физических величин является скалярной?
   А. Напряженность поля;
   Б. Сила;
   В. Скорость;
   Г. Ускорение;
   Д. Потенциал.

2. Потенциал, созданный заряженным шаром, на расстоянии L от него 100 В. При этом нуль отсчета потенциала находится на бесконечности. Какой потенциал создает этот шар на расстоянии $2L$ от себя?
   А. 20 В; В. 200 В; Д. 500 В.
   Б. 50 В; Г. 400 В;

3. Как изменится электроемкость плоского конденсатора при введении между его пластинами диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 4$?
   А. Уменьшится в 4 раза;
   Б. Уменьшится в 2 раза;
   В. Увеличится в 2 раза;
   Г. Увеличится в 4 раза;
   Д. Не изменится.

4. Какую скорость приобретет неподвижный электрон, пройдя разность потенциалов 1 В? Отношение заряда электрона к его массе $\frac{e}{m_e}$ равно $1{,}76 \times 10^{11}$ Кл/кг.
   А. $5{,}9 \cdot 10^5$ м/с; Г. $7{,}4 \cdot 10^5$ м/с;
   Б. $6{,}4 \cdot 10^5$ м/с; Д. $7{,}9 \cdot 10^5$ м/с.
   В. $6{,}9 \cdot 10^5$ м/с;

5. Между пластинами плоского конденсатора площадью $S = 2{,}25$ см^2 находятся два слоя диэлектрика: слюдяная пластинка ($\varepsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1{,}4$ мм и парафин ($\varepsilon_2 = 2$) толщиной $d_2 = 0{,}4$ мм. Какова электроемкость такого слоистого конденсатора?

А. 1 пФ; **В.** 3 пФ; **Д.** 5 пФ.
Б. 2 пФ; **Г.** 4 пФ;

II вариант

1. Отрицательный заряд Q удерживают в покое в однородном электрическом поле. При освобождении заряда (пренебрегая силой тяжести) он будет двигаться...

А. вправо;
Б. влево;
В. вверх;
Г. противоположно линиям напряженности;
Д. вдоль линий напряженности.

2. Отрицательно заряженный стержень подносят близко к металлическому незаряженному шару, не касаясь его. В результате этого...

А. шар заряжается отрицательно;
Б. шар заряжается положительно;
В. шар поляризуется;
Г. распределение зарядов по поверхности шара не изменяется;
Д. стержень заряжается положительно.

3. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 8$. Как изменится электроемкость конденсатора при удалении из него диэлектрика?

А. Увеличится в 4 раза;
Б. Уменьшится в 4 раза;
В. Увеличится в 8 раз;
Г. Уменьшится в 8 раз;
Д. Не изменится.

4. Найдите разность потенциалов между двумя параллельными пластинами, равномерно заряженными с поверхностной плотностью +1 мкКл/м^2 и −1 мкКл/м^2, расположенными на расстоянии 1 мм друг от друга.

А. 113 В; **В.** 134 В; **Д.** 220 В.
Б. 127 В; **Г.** 150 В;

5. Между вертикально отклоняющими пластинами электронно-лучевой трубки влетает электрон со скоростью $v_0 = 6 \cdot 10^7$ м/с (рис. 1).

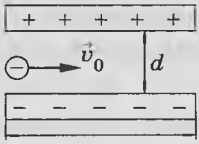


Рис. 1

Длина пластин l = 3 см, расстояние между ними d = 1 см, разность потенциалов между пластинами U = 600 В, отношение заряда электрона к его массе $\frac{e}{m_e} = 1{,}76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. На какое расстояние по вертикали сместится электрон за время его движения между пластинами?

А. 1,1 мм; **В.** 1,3 мм; **Д.** 1,5 мм.
Б. 1,2 мм; **Г.** 1,4 мм;

Ответы

Контрольная работа № 1
«Кинематика материальной точки»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Г	В	Г	А	В
Вариант II	Б	В	Б	А	Д

Контрольная работа № 2
«Законы Ньютона»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	В	Б	В	Б	Г
Вариант II	В	Г	Б	В	А

Контрольная работа № 3
«Законы сохранения»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Б	В	А	Б	В
Вариант II	Г	В	Г	Д	Б

Контрольная работа № 4
«Релятивистская механика»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	А	Б	Б	В	Г
Вариант II	В	Б	Г	Б	А

Контрольная работа № 5
«Молекулярная физика»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	А	Б	В	Б	Г
Вариант II	Г	В	Д	А	Д

Контрольная работа № 6
«Термодинамика»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Г	А	Д	Г	Б
Вариант II	Д	Б	Д	А	Б

Контрольная работа № 7
«Агрегатные состояния вещества»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Г	В	Д	А	Д
Вариант II	Г	А	А	Б	В

Контрольная работа № 8
«Механические и звуковые волны»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	В	В	Б	Г	А
Вариант II	Б	Г	Г	А	Б

Контрольная работа № 9
«Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Д	Г	Д	Г	А
Вариант II	Б	Д	В	А	Б

Контрольная работа № 10
«Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»

	Номер вопроса и ответ				
	1	2	3	4	5
Вариант I	Д	Б	Г	А	Д
Вариант II	Г	В	Г	А	В

Содержание

Учебное издание

Касьянов Валерий Алексеевич

ФИЗИКА

10 класс

Тематическое и поурочное планирование

Ответственный редактор *И. Г. Власова*
Оформление *Л. П. Копачева*
Художник *А. В. Родионова*
Технический редактор *Н. И. Герасимова*
Компьютерная верстка *Г. М. Татаринова*
Корректор *Е. Е. Никулина*

Изд. лиц. № 061622 от 07.10.97.

Подписано к печати 07.07.03. Формат 84x108 $^1/_{32}$. Бумага газетная.
Гарнитура «Школьная». Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,72.
Тираж 10 000 экз. Заказ № 4310098.

ООО «Дрофа».
127018, Москва, Сущевский вал, 49.

По вопросам приобретения продукции издательства «Дрофа» обращаться по адресу:
127018, Москва, Сущевский вал, 49.
Тел.: (095) 795-05-50, 795-05-51. Факс: (095) 795-05-52.

Торговый дом «Школьник».
109172, Москва, ул. Малые Каменщики, д. 6, стр. 1А.
Тел.: (095) 911-70-24, 912-15-16, 912-45-76.

Магазин «Переплетные птицы».
127018, Москва, ул. Октябрьская, д. 89, стр. 1.
Тел.: (095) 912-45-76.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ФГУИПП «Нижполиграф»
603006, г. Нижний Новгород, ул. Варварская, 32.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДРОФА


ISBN 5-7107-7642-4
9 785710 776421