

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
“Харьковский авиационный институт”

Кафедра физики

З А Д А Ч И
П О
АДАПТАЦИОННОМУ
КУРСУ ФИЗИКИ

(для студентов 1 курса)

Харьков “ХАИ” 2002

Задачи по адаптационному курсу физики (для студентов 1 курса)

Кафедра физики Национального аэрокосмического
университета им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”,
Харьков, 2002 г., 28 с.

Составители: доц. А.В. Попов
доц. О.И. Петрова

А н н о т а ц и я

Данное учебное пособие предназначено для студентов, поступивших на 1 курс университета, для повторения некоторых наиболее важных разделов школьного курса физики. Оно содержит 170 задач из разделов: «Механика», «Теплота и молекулярная физика», «Электростатика», «Постоянный электрический ток».

Пособие разделено на восемь занятий. В первой части занятия содержатся задачи, предназначенные для решения в аудитории, во второй – домашние задания. Каждая из частей в свою очередь состоит из двух разделов – А и Б. В раздел А включены сравнительно простые задачи, в раздел Б – более сложные, которые можно предложить для решения студентам, имеющим хорошую подготовку. Количество аудиторных и домашних задач в каждом занятии достаточно велико – в среднем по 22 задачи – поэтому преподаватель, проводящий занятия в группе, вправе выбрать те из них, которые он сочтет наиболее интересными и соответствующими среднему уровню подготовленности студентов данной группы.

1. Механика

Кинематика

1 занятие

1.1. Самолет летит из пункта А в пункт В и обратно со скоростью $v_1 = 300$ км/ч (относительно воздуха). Сколько времени затратит самолет на весь полет, если вдоль линии полета непрерывно дует ветер со скоростью $v_2 = 60$ км/ч? Расстояние между пунктами А и В равно 900 км.

Ответ: 6 час 15 мин.

1.2. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью $v_1 = 54$ км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого $v_2 = 36$ км/ч, а длина $l = 150$ м?

Ответ: 6 с.

1.3. Когда два тела равномерно движутся навстречу друг другу, то расстояние между ними уменьшается на $s_1 = 16$ м за каждые $t_1 = 10$ с. Если тела с прежними по величине скоростями будут двигаться в одном направлении, то расстояние будет увеличиваться на $s_2 = 3$ м за каждые $t_2 = 5$ с. Какова скорость каждого из тел?

Ответ: $v_1 = 1,1$ м/с; $v_2 = 0,5$ м/с.

1.4. Первую половину времени своего движения автомобиль двигался со скоростью $v_1 = 80$ км/ч, а вторую половину времени – со скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Определить среднюю скорость $v_{\text{ср}}$ движения автомобиля.

Ответ: 60 км/ч.

1.5. Скорость течения реки $v_p = 1$ м/с, скорость лодки относительно воды $v_0 = 2$ м/с. Под каким углом к берегу следует держать курс, чтобы лодка двигалась перпендикулярно берегу? За какое время t она переправится через реку, ширина которой $d = 200$ м?

Ответ: 60° , 118 с.

1.6. Поезд, идущий со скоростью $v_0 = 36$ км/ч, начинает двигаться равноускоренно и проходит путь $s = 600$ м, имея в конце этого участка скорость $v = 45$ км/ч. Определить ускорение поезда a и время t его ускоренного движения.

Ответ: $0,05$ м/с², 53 с.

1.7. Пройденный телом путь зависит от времени по закону: $s = (5t + 0,8t^2)$ м. Определить мгновенную скорость $v(t)$, мгновенное ускорение $a(t)$ и начальную скорость тела v_0 .

Ответ: $v = 5 + 1,6t$ м/с; $a = 1,6$ м/с²; $v_0 = 5$ м/с.

Домашнее задание

1.8. Катер идет 3 часа по течению реки из пункта А в пункт В, обратно – 6 часов. Сколько времени потребовалось бы этому катеру для того, чтобы проплыть расстояние АВ по течению при выключенном моторе?

Ответ: 12 ч.

1.9. Расстояние между городами М и К равно 250 км. Одновременно из обоих городов навстречу друг другу выезжают две автомашины. Машина из города М движется со скоростью $v_1 = 60$ км/ч, из города К – со скоростью 40 км/ч. Построить графики зависимости пути от времени для каждой из машин и по ним определить место встречи и время их движения до встречи.

Ответ: 2,5 ч.; на расстоянии 150 км от М.

1.10. Эскалатор метрополитена поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 минуты. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 минуты. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору?

Ответ: 45 с.

1.11. Первую половину своего пути автомобиль двигался со скоростью $v_1 = 18$ км/ч, а вторую половину пути со скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Какова его средняя скорость v_{cp} на всем пути?

Ответ: $v_{cp} = 24,8$ км/ч.

1.12. Самолет летит из пункта А в пункт В, расположенный на расстоянии $s = 300$ км к востоку. Найти продолжительность полета t , если на протяжении всего пути: 1) ветра нет; 2) дует ветер с юга на север; 3) ветер дует с запада на восток. Скорость ветра $v_B = 20$ м/с, скорость самолета относительно воздуха $v_c = 600$ км/ч.

Ответ: 30 мин.; 30,2 мин.; 26,8 мин.

1.13. При равномерно ускоренном движении точка проходит в первые два равных последовательных промежутка времени по $t = 4$ с каждый, пути $s_1 = 24$ м и $s_2 = 64$ м. Определить начальную скорость и ускорение движущейся точки.

Ответ: 1 м/с; $2,5$ м/с².

2 занятие

1.14. При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду путь 90 см. Определить путь, пройденный за седьмую секунду.

Ответ: 1,3 м.

1.15. Уравнение движения тела дано в виде: $x = (5 + 15t + 0,4t^2)$ м. Определить начальную скорость тела v_0 и его ускорение a .

$$\text{Ответ: } v_0 = 15 \text{ м/с; } a = 0,8 \text{ м/с}^2.$$

1.16. Два тела начали свободно падать с одной и той же высоты, одно вслед за другим, причем второе – спустя τ с после начала падения первого. Через сколько времени, считая от начала падения первого тела, расстояние между телами будет равно l ?

$$\text{Ответ: } t = \frac{l}{g\tau} + \frac{\tau}{2}.$$

1.17. Два тела брошены вертикально вверх из одной точки, одно вслед за другим с интервалом в τ сек, с одинаковыми начальными скоростями v_0 . Через сколько времени оба тела встретятся?

$$\text{Ответ: } t = \frac{v_0}{g} + \frac{\tau}{2}.$$

1.18. Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея скорость $v_1 = 18$ км/ч, начинает двигаться равнозамедленно с ускорением $a = 0,2$ м/с², а другой, имея скорость $v_2 = 54$ км/ч, – равноускоренно с тем же ускорением. Через какое время t велосипедисты встретятся и какой путь пройдет каждый из них до встречи, если расстояние между ними в начальный момент времени $s = 130$ м?

$$\text{Ответ: } t = 6,5 \text{ с; } s_1 = 28,8 \text{ м; } s_2 = 101,2 \text{ м.}$$

1.19. С аэростата, находящегося на высоте $h = 300$ м, падает камень. Через какое время t камень достигнет Земли, если аэростат: 1) неподвижен? 2) поднимается со скоростью $v = 5$ м/с? 3) опускается со скоростью 5 м/с?

$$\text{Ответ: } 1) 7,8 \text{ с; } 2) 8,4 \text{ с; } 3) 7,3 \text{ с.}$$

Домашнее задание

1.20. С башни высотой $h = 25$ м горизонтально брошен камень со скоростью $v_x = 15$ м/с. Какое время t камень будет в движении? На каком расстоянии l от основания башни он упадет на землю? С какой скоростью он упадет на землю? Какой угол φ составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю?

$$\text{Ответ: } t = 2,26 \text{ с; } l = 33,9 \text{ м; } v = 26,7 \text{ м/с; } \varphi = 55^\circ 48'.$$

1.21. Тело, брошенное под углом α к горизонту со скоростью $v_0 = 22$ м/с, находилось в полете время $t = 2,2$ с. Найти наибольшую высоту h_{\max} , которую достигло тело и угол α между вектором скорости и горизонтом в начальной точке пути.

Ответ: 6 м; $\alpha = 30^\circ$.

1.22. Аэростат поднимается с постоянной скоростью v_0 . К гондоле аэростата привязан на веревке груз. Как будет двигаться груз относительно Земли, если веревку, на которой он подвешен, перерезать в тот момент, когда аэростат находится на высоте h_0 ? Сколько времени груз будет падать на землю? Какая скорость будет у него при соприкосновении с Землей?

Ответ: $t = (v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}) / g$; $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$.

1.23. Два тела свободно падают с разных высот и достигают Земли одновременно. Время падения первого тела $t_1 = 2$ с, второго – $t_2 = 1$ с. На какой высоте было первое тело, когда второе начало падать?

Ответ: 15 м.

1.24. Камень бросили вертикально вверх на высоту $h_1 = 10$ м. Через какое время t_1 он упадет на землю? На какую высоту h_2 поднимется камень, если начальную скорость камня увеличить вдвое?

Ответ: $t_1 = 2,9$ с; $h_2 = 40$ м.

1.25. Мяч брошен со скоростью $v_0 = 10$ м/с под углом 45° к горизонту. На какую высоту поднимется мяч? На каком расстоянии от места бросания он упадет на землю? Каково время полета мяча?

Ответ: 2,5 м; 10 м; 1,4 с.

Динамика поступательного движения

3 занятие

Раздел А

1.26. Вагон массой $m = 20$ т движется равнозамедленно с ускорением $a = 0,3$ м/с² и начальной скоростью $v_0 = 54$ км/с. Найти силу торможения, действующую на вагон, время движения вагона до полной остановки и путь, пройденный за это время.

Ответ: 60 кН; 50 с.; 375 м.

1.27. Два тела массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг находящиеся на гладкой горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой нитью. Ко второму телу в горизонтальном направлении приложена сила $F = 10$ Н. Найти ускорение a , с которым движутся оба тела, и силу T натяжения нити.

Ответ: $a = 3,3$ м/с²; $T = 3,3$ Н.

1.28. Деревянный брусок массой $m_1 = 350$ г, находящийся на горизонтальной поверхности, привязан к нити, которая перекинута через блок. Другим концом нить прикреплена к грузу массой $m_2 = 265$ г (рис. 1.1). Пренебрегая трением, определить ускорение системы a и силу натяжения нити T .

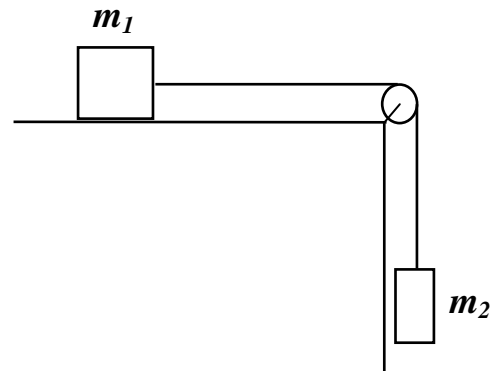


Рис. 1.1

Ответ: $a = 4,3$ м/с²; $T = 1,5$ Н.

1.29. Определить силу сопротивления воздуха, действующего на парашютиста, который спускается на парашюте с постоянной скоростью. Масса парашютиста 80 кг.

Ответ: 800 Н.

1.30. Масса поезда 3000 т. Коэффициент трения $\mu = 0,02$. Какова должна быть сила тяги локомотива, чтобы поезд набрал скорость 60 км/ч через 2 минуты после начала движения?

Ответ: 10^6 Н.

1.31. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью $v_0 = 10$ м/с, разорвалась на две части массами $m_1 = 0,1$ кг и $m_2 = 0,15$ кг. Скорость большего куска осталась после взрыва горизонтальной и возросла до $v_1 = 25$ м/с. Определить направление и величину скорости меньшего куска.

Ответ: $v_1 = -12,5$ м/с.

1.32. Два тела массами m_1 и m_2 соединены нитью, перекинутой через невесомый блок (рис. 1.2). Такое устройство называется *машинной Атвуда*. Найти ускорение a , с которым будут двигаться тела, и силу натяжения нити T , если массы тел $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 1,1$ кг.

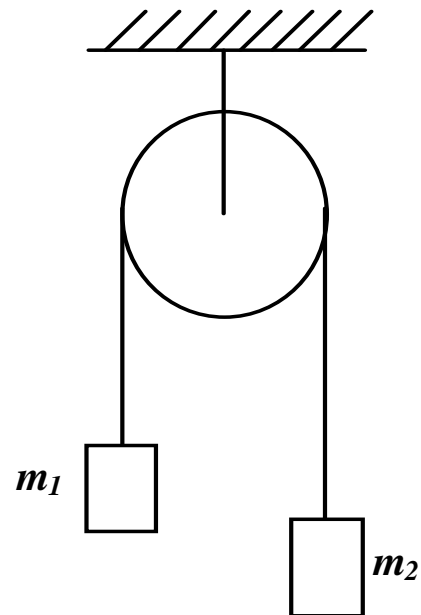


Рис. 1.2

Ответ: $0,47$ м/с²; $10,3$ Н.

1.33. Груз массой $m = 45$ кг перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 294$ Н, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость $\mu = 0,1$. Определить ускорение a , с которым движется груз.

Ответ: $5,9 \text{ м/с}^2$.

Раздел Б

1.34. По наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ равномерно скользит тело. Определить коэффициент трения μ тела о плоскость.

Ответ: $\mu = \operatorname{tg} \alpha = 0,58$.

1.35. Груз массой $m_1 = 5 \text{ кг}$, связанный нерастяжимой нитью перекинутой через неподвижный блок с другим грузом массой $m_2 = 2 \text{ кг}$, движется вниз по наклонной плоскости. Коэффициент трения груза о плоскость $\mu = 0,1$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Найти силу натяжения нити F_n , ускорение грузов a . Массой блока и трением в блоке пренебречь.

Ответ: $21,3 \text{ Н}$; $0,84 \text{ м/с}^2$.

1.36. Два груза массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ соединены нитью, перекинутой через неподвижный блок (см. рис. 1.2). Найти ускорение, с которым движутся грузы, силу натяжения нитей и силу давления на ось блока. Трение не учитывать.

Ответ: $3,3 \text{ м/с}^2$; 13 Н ; 26 Н .

1.37. Стоящий на льду человек массой 60 кг ловит мяч массой $0,5 \text{ кг}$, который летит горизонтально со скоростью 20 м/с . На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения равен $0,05$.

Ответ: 3 см .

Домашнее задание

Раздел А

1.38. Тело, движущееся под действием постоянной силы F , прошло в первую секунду путь $s = 25 \text{ см}$. Определить величину силы F , если масса тела 25 г .

Ответ: $F = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$.

1.39. Тело массой $m = 3 \text{ кг}$ падает в воздухе с ускорением $a = 8 \text{ м/с}^2$. Найти силу сопротивления движению $F_{\text{сопр}}$.

Ответ: $5,4 \text{ Н}$.

1.40. Тело массой $m = 0,2 \text{ кг}$ движется по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 2 \text{ Н}$, направленной горизонтально. С каким ускорением a движется тело, если коэффициент трения тела о поверхность $\mu = 0,1$?

Ответ: 9 м/с^2 .

1.41. Камень, скользящий по горизонтальной поверхности льда, остановился, пройдя расстояние $s = 48$ м. Определить начальную скорость камня v_0 , если сила трения скольжения камня о лед составляет 0,06 веса камня.

Ответ: 7,56 м/с.

1.42. Тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с, достигло высшей точки подъема через $t_1 = 2,5$ сек. Каково среднее значение силы сопротивления воздуха, действующей на тело во время подъема? Масса тела 40 г.

Ответ: $F = 8,8 \cdot 10^{-2}$ Н.

1.43. Тележка с песком катится со скоростью $v_2 = 1$ м/сек по горизонтальному пути без трения. Навстречу летит шар массой $m = 2$ кг с горизонтальной скоростью $v_1 = 7$ м/с, попадает в песок и застревает в нем. В какую сторону и с какой скоростью v покатится тележка после попадания в нее шара? Масса тележки $M = 10$ кг.

Ответ: 0,33 м/с.

1.44. Старинная пушка, не имеющая противооткатного устройства, стреляет ядром под углом $\alpha = 40^\circ$ к горизонту. Масса ядра $m = 10$ кг, его начальная скорость $v_0 = 200$ м/с. Какова скорость отката пушки, если ее масса $M = 500$ кг? Трение не учитывать.

Ответ: 3,5 м/с.

1.45. Коэффициент трения тела о наклонную плоскость $\mu = 0,2$. Какой наибольший угол α_{\max} может составить плоскость с горизонтом, чтобы тело удерживалось на плоскости силой трения?

Ответ: $\mu = \operatorname{tg} \alpha_{\max} = 0,2$; $\alpha_{\max} = 11,4^\circ$.

Раздел Б

1.46. Человек массой $m = 70$ кг находится в лифте, движущемся вертикально вверх равнозамедленно с ускорением $a = -1$ м/с². Определить силу, с которой человек давит на пол кабины лифта.

Ответ: 616 Н.

1.47. Груз массой $m = 45$ кг перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 294$ Н, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость $\mu = 0,1$. Определить ускорение, с которым движется груз.

Ответ: 5,9 м/с².

1.48. Тело соскальзывает с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, ее длина $l = 167$ см, коэффициент трения тела о

плоскость $\mu = 0,2$. Сколько времени затратит тело на спуск с наклонной плоскости, если его начальная скорость равна нулю?

Ответ: 1 с.

1.49. К одному концу нити, перекинутой через блок, подвешивают груз массой $m_1 = 500$ г, к другому – груз массой $m_2 = 300$ г (см. рис. 1.2). Найти ускорение a , перемещение s и скорость v каждого груза спустя $t = 1,2$ с после начала движения. Трение не учитывать, массами блока и нитей пренебречь.

Ответ: $2,5 \text{ м/с}^2$; $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; 3 м/с .

Работа, мощность, энергия

4 занятие

Раздел А

1.50. На тело, находящееся на горизонтальной поверхности, действует постоянная сила $F = 10$ Н, направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найти работу A , совершаемую при перемещении тела на расстояние $s = 2$ м.

Ответ: 17,3 Дж.

1.51. Тело массой $m = 10$ г испытывает действие силы $F = 0,5$ Н в течение времени $t = 2$ с. Какую кинетическую энергию W_k приобретает тело за это время?

Ответ: 0,05 Дж.

1.52. Какая работа совершается при подъеме груза массой $m = 1$ кг на высоту $h = 5$ м под действием силы $F = 30$ Н?

Ответ: 101 Дж.

1.53. Тело, имеющее начальную скорость $v_0 = 14$ м/с, падает с высоты $h = 240$ м и погружается в песок на глубину $h_1 = 0,2$ м. Определить среднюю силу сопротивления почвы. Масса тела 1 кг. Сопротивление при движении тела в воздухе не учитывать. Решить задачу двумя способами – с помощью законов Ньютона и на основании закона сохранения энергии.

Ответ: 12,5 кН.

1.54. Тяжелый шарик, подвешенный на нерастяжимой и невесомой нити длиной l , отклонен от вертикали на угол α и отпущен без начальной скорости. Какую скорость v приобретет шарик, проходя положение равновесия?

Ответ: $v = 2\sqrt{gl} \sin(\alpha / 2)$.

1.55. Камень массой $m = 5$ кг упал с некоторой высоты на землю за время $t = 2$ с. Найти его кинетическую энергию в средней точке пути.

Ответ: 480 Дж.

1.56. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении шайбу массой 0,3 кг со скоростью 40 м/с. На какое расстояние откатится конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Ответ: 0,07 м.

1.57. Трактор массой $m = 10$ т, развивающий мощность $P = 150$ кВт, движется вгору с постоянной скоростью $v = 5$ м/с. Найти угол наклона α дороги к горизонту.

Ответ: $\alpha = \arcsin(P / mgv) = 17^\circ$.

Раздел Б

1.58. Шарик прикреплен к концу невесомой жесткой спицы длиной $l = 10$ см, которая может свободно вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через второй ее конец. Какую минимальную скорость v должен иметь шарик в нижней точке, чтобы спица сделала полный оборот?

Ответ: 1,98 м/с.

1.59. Подъемник элеватора массой 10^3 кг, начинает подниматься с ускорением 2 м/с². Определить работу, совершаемую за первые 5 с движения.

Ответ: $A = 2,95 \cdot 10^5$ Дж.

1.60. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха.

Ответ: $A = 4,6$ Дж.

1.61. Два груза массами $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 15$ кг подвешены на нитях длиной $l = 2$ м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\alpha = 60^\circ$ и отпущен. На какую высоту h поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим.

Ответ: $h = 0,16$ м.

1.62. Пружина детского пистолета, коэффициент жесткости которой $k = 10$ Н/см, имеет длину $l_0 = 15$ см. На какую высоту поднимется шарик массой $m = 10$ г, выпущенный из пистолета вертикально вверх, если пружина пистолета была сжата до $l = 5$ см? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 50 м.

Домашнее задание**Раздел А**

1.63. Пуля массой $m = 10$ г попадает в доску толщиной $d = 14$ см, имея скорость $v_0 = 600$ м/с и, пробив доску вылетает из нее со скоростью $v = 400$ м/с. Найти среднюю силу F сопротивления при движении пули сквозь доску.

Ответ: 25 кН.

1.64. Поезд массой $m = 1500$ т, идущий со скоростью $v = 57,6$ км/ч, при торможении останавливается, пройдя путь $s = 200$ м. Какова сила торможения F ?

Ответ: 960 кН.

1.65. Пуля, вылетевшая из винтовки с начальной скоростью $v_0 = 1000$ м/с, упала на землю со скоростью $v = 500$ м/с. Какая работа была затрачена во время полета на преодоление силы сопротивления воздуха, если масса пули 10 г?

Ответ: $3,7 \cdot 10^3$ Дж.

1.66. К ящику с песком массой $m_1 = 10$ кг, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплена пружина, коэффициент жесткости которой $k = 30$ Н/см. Пуля массой $m_2 = 10$ г, имеющая скорость $v = 500$ м/с, попадает в ящик и застревает в нем. Определить, насколько при этом сожмется пружина.

Ответ: 3 см.

1.67. Тело массой $m_1 = 500$ г, движущееся со скоростью $v_1 = 100$ см/с, сталкивается с неподвижным телом массой $m_2 = 200$ г, после чего они движутся вместе. Определить кинетическую энергию тел W_k после удара.

Ответ: 0,18 Дж.

1.68. Автомобиль массой $m = 1$ т трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит за 2 с путь 20 м. Какую среднюю мощность развивает мотор этого автомобиля?

Ответ: 100 кВт.

1.69. Какую мощность должен развивать мотор самолета для обеспечения подъема самолета на высоту 1 км в течение 1 минуты, если масса самолета 3000 кг?

Ответ: 490 кВт.

1.70. Вагон массой $m = 4 \cdot 10^4$ кг, движущийся со скоростью $v = 2$ м/с, в конце запасного пути ударяется о пружинный амортизатор. На сколько он сожмет пружину амортизатора, коэффициент жесткости которой $k = 2,25 \cdot 10^6$ Н/м?

Ответ: 0,27 м.

Раздел Б

1.71. К телу массой $m = 4$ кг приложена направленная вертикально вверх сила $F = 50$ Н. Определить кинетическую энергию W_k тела в момент, когда оно окажется на высоте $h = 10$ м. В начальный момент времени тело покоилось на поверхности Земли.

Ответ: 108 Дж.

1.72. Сани массой 6 кг скатываются с горы, образующей с горизонтом угол 30° . Пройдя по склону горы 50 м, сани достигают скорости 4,5 м/с. Определить количество теплоты, выделенное при трении полозьев о снег.

Ответ: $Q = 1,135$ кДж.

1.73. Автомобиль может удерживаться тормозами на склоне горы с уклоном, не большим 30° . Какой путь пройдет автомобиль на горизонтальной дороге при торможении, если его скорость 36 км/ч?

Ответ: 8,66 м.

1.74. На горизонтальном участке пути длиной 2 км скорость поезда увеличилась с 15 до 20 м/с. Определить работу и среднюю мощность локомотива на этом участке пути, если масса поезда 800 т, а коэффициент трения $\mu = 0,005$.

Ответ: $A = 1,484 \cdot 10^8$ Дж; $P = 1,302 \cdot 10^6$ Вт.

1.75. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 49$ м/с. На какой высоте h его кинетическая энергия будет равна потенциальной?

Ответ: 61,25 м.

2. Теплота и молекулярная физика

5 занятие

Раздел А

2.1. Наилучший достигнутый вакуум в наземных условиях соответствует давлению $P = 10^{-14}$ мм. рт. ст. Сколько молекул остается в 1 см^3 такого вакуума при температуре $T = 300$ К? Вакуум межзвездного пространства соответствует примерно одному протону в 1 см^3 .

Ответ: 321.

2.2. Трубка длиной l , открытая с обоих концов, наполовину погружена в ртуть. Трубку закрывают пальцем и вынимают из ртути. Чему равна длина столбика ртути, оставшегося в трубке? Атмосферное давление уравновешивается столбом ртути высотой H .

Ответ: $l_{pm} = 0,5(H + l - \sqrt{H^2 + l^2})$.

2.3. До какой температуры нужно нагреть открытую колбу, содержащую воздух при 20°C , чтобы его плотность уменьшилась в 1,5 раза?

Ответ: 166°C .

2.4. Баллон емкостью 20 л наполнен сжатым воздухом при температуре 20°C и давлении $1,2 \cdot 10^7$ Па. Какой объем воды можно вытеснить этим воздухом из цистерны подводной лодки, если вытеснение производится на глубине 15 м при температуре 5°C ? Давление атмосферного воздуха считать нормальным.

Ответ: $V_{\text{в}} = 0,89 \text{ м}^3$.

2.5. Какое количество теплоты нужно сообщить 2 кг льда, взятому при температуре -10°C , чтобы лед расплавить, а полученную воду нагреть до 100°C и выпарить?

Ответ: $6 \cdot 10^6$ Дж.

2.6. В печи нагрели стальной болт массой 0,3 кг и поместили его в медный сосуд массой 0,2 кг, содержащий 1,27 кг воды при 15°C . Температура воды и сосуда повысилась до 32°C . Вычислить температуру печи. Удельные теплоемкости: железа $c_{\text{Fe}} = 460$ Дж/(кг·К), меди $c_{\text{Cu}} = 390$ Дж/(кг·К), воды $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4190$ Дж/(кг·К).

Ответ: $t = 665^{\circ}\text{C}$.

2.7. Трамвайный вагон массой 12,5 т, движущийся со скоростью 28,8 км/ч, тормозит и останавливается. На сколько повысится температура его 8 чугунных тормозных колодок, если масса каждой колодки 9 кг, а на их нагревание затрачивается 60% кинетической энергии вагона? Удельная теплоемкость чугуна $c = 543$ Дж/(кг·К).

Ответ: $\Delta t = 6$ К.

2.8. В калориметр, содержащий 200 г воды при температуре 8°C , погружают 300 г льда при температуре -20°C . Какую температуру будет иметь содержимое калориметра после того, как установится тепловое равновесие?

Ответ: 0°C .

Раздел Б

2.9. Тонкостенный резиновый шарик массой 50 г наполнен азотом и погружен в озеро на глубину 100 м. Найти массу азота, если шар находится в положении равновесия. Будет ли равновесие устойчивым? Атмосферное давление 760 мм рт. ст. Температура на большой глубине в озере 4°C . Молярная масса азота $M = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. (1 мм рт. ст. = 133,3 Па).

Ответ: $m = 0,7$ г; неустойчивое.

2.10. Вычислить объем некоторой массы воздуха при температуре 30°C и давлении 730 мм рт. ст., если при нормальных условиях его объем составляет 2 л. Нормальные условия: температура 0°C , давление 760 мм рт. ст.

Ответ: $V = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

2.11. Кислород массой $m = 3 \text{ кг}$ при температуре $T = 320 \text{ К}$ охладил изо-хорно, вследствие чего его давление уменьшилось в $n = 3$ раза. Затем газ изобарно расширили так, что температура его стала равной первоначальной. Какую работу совершил газ? Как изменилась его внутренняя энергия?

Ответ: $A = 166 \text{ кДж}$; $\Delta U = 0$.

2.12. В сосуде находится 1 л воды и 1 кг льда при 0°C . Какое количество водяного пара при 100°C надо пропустить через сосуд, чтобы расплавить лед и нагреть воду до 20°C ? Удельная теплота плавления льда $r = 22,6 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$; удельная теплота парообразования $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

Ответ: $m = 0,19 \text{ кг}$.

Домашнее задание

Раздел А

2.13. Сколько молекул воздуха находится в комнате объемом 240 м^3 при температуре 15°C и давлении 750 мм рт. ст.?

Ответ: $6 \cdot 10^{27}$.

2.14. Сосуд, содержащий 12 л газа при давлении $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, соединяют с пустым сосудом объемом 3 л. Найти конечное значение давления в обоих сосудах. Процесс расширения газа считать изотермическим.

Ответ: $p = 3,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

2.15. Стеклянная открытая колба объемом 500 см^3 , содержащая воздух, нагревается до 227°C . После этого ее горлышко опускается в воду. Какое количество воды будет затянута в колбу, когда ее температура понизится до 27°C ?

Ответ: $m = 0,2 \text{ кг}$.

2.16. Небольшой пузырек воздуха поднимается со дна водоема глубиной 80 м. На какой глубине радиус пузырька увеличится вдвое? Температура по всей глубине одинакова. Атмосферное давление $P_0 = 10^5 \text{ Па}$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $h = 1,25 \text{ м}$.

2.17. Чтобы охладить 2,0 л воды от 80°C до 60°C , в нее добавляют холодную воду при 10°C . Какое количество холодной воды требуется добавить?

Ответ: $m = 0,8 \text{ кг}$.

2.18. На спиртовке нагрели воду массой $m_1 = 100$ г от $t_1 = 16^\circ\text{C}$ до $t_2 = 71^\circ\text{C}$. При этом сожгли $m_2 = 10$ г спирта. Найти КПД установки.

Ответ: $\eta \approx 8 \%$.

2.19. В алюминиевой кастрюле массой 0,5 кг находится 0,5 л воды и 200 г льда при 0°C . Вода нагревается на электроплитке мощностью 600 Вт в течение 30 мин. Сколько воды выкипит, если тепловая отдача (КПД) плитки 50 %?

Ответ: $m \approx 60$ г.

2.20. В вертикальном цилиндре под поршнем с площадью поперечного сечения $S = 20$ см² находится столб газа высотой $h = 60$ см при $T = 27^\circ\text{C}$. Поршень может перемещаться без трения. Масса поршня $m = 10$ кг. Цилиндр нагрели на $\Delta T = 50$ К в результате чего поршень переместился. Определить работу A , совершенную при этом газом. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

Ответ: $A = 30$ Дж.

Раздел Б

2.21. Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной 80 см до половины погружают в ртуть. Затем закрывают верхнее отверстие трубки и вынимают ее из ртути. При этом в трубке остается столбик ртути длиной 22 см. Чему равно атмосферное давление?

Ответ: 710 мм рт. ст.

2.22. Оба колена U-образной трубки имеют одинаковую высоту. Одно из колен запаяно и в нем находится столб воздуха высотой 28 см. Воздух отделен от атмосферы ртутью и его давление равно внешнему давлению. Какова будет высота столба воздуха в запаянном колене, если второе колено доверху залить ртутью? Внешнее давление 10^5 Па.

Ответ: 20,5 см.

2.23. Кислород нагревается при постоянном давлении $p = 80$ кПа. Его объем возрастает от $V_1 = 1$ м³ до $V_2 = 3$ м³. Определить: 1) приращение ΔU внутренней энергии кислорода; 2) работу A , выполненную им при расширении; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.

Ответ: $\Delta U = 400$ кДж; $A = 160$ кДж; $Q = 560$ кДж.

3. Электростатика

Напряженность и потенциал электрического поля

6 занятие

Раздел А

3.1. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся на расстоянии r друг от друга. Если расстояние между ними уменьшить на $\Delta r = 50$ см, то сила взаимодействия F увеличится в два раза. Найти расстояние r .

Ответ: 1,71 м.

3.2. Имеются два закрепленных положительных заряда $q_1 = 4e$ и $q_2 = e$. Расстояние между зарядами l . Как нужно расположить третий заряд q , чтобы он находился в равновесии? При каких условиях равновесие заряда q будет устойчивым и при каких неустойчивым?

Ответ: на расстоянии $l/3$ от q_2 .

3.3. Два маленьких одинаковых металлических шарика находятся на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Заряды шариков $q_1 = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Во сколько раз изменилась сила взаимодействия шариков после того, как они были на короткое время соединены друг с другом проводочкой? Каковы заряды q_1' и q_2' шариков после соединения?

Ответ: $F/F' = 0,8$; $q_1' = q_2' = 3,5$ нКл.

3.4. Два одинаковых точечных одноименных заряда, по $2 \cdot 10^{-9}$ Кл каждый, находятся на расстоянии 100 см друг от друга. Вычислить напряженность и потенциал в точке М, находящейся на середине расстояния между зарядами.

Ответ: $E = 0$; $\varphi = 72$ В.

3.5. Между горизонтальными пластинами заряженного плоского конденсатора находится пылинка с массой $m = 0,1$ г и зарядом $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл. Какова напряженность поля в конденсаторе, если вес пылинки уравновешен силой воздействия электрического поля на заряд пылинки?

Ответ: 50 кВ/м.

3.6. Найти потенциал шара радиуса $R = 0,1$ м, если на расстоянии $r = 10$ м от его поверхности потенциал электрического поля $\varphi_2 = 20$ В.

Ответ: 2,02 кВ.

3.7. По первоначальным представлениям Бора электрон в атоме водорода движется по круговой орбите. Вычислить скорость движения электрона, если радиус его орбиты $r = 5 \cdot 10^{-11}$ м.

Ответ: $2,24 \cdot 10^6$ м/с.

3.8. Шарик массой 40 мг, имеющий заряд 1 нКл перемещается из бесконечности со скоростью 10 см/с. На какое расстояние он может приблизиться к точечному заряду величиной 1,33 нКл?

Ответ: 6 см.

Раздел Б

3.9. Три отрицательных заряда по $q = -9$ нКл каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

Ответ: 5,2 нКл.

3.10. Между двумя вертикальными пластинами, находящимися на расстоянии $d = 1$ см друг от друга, висит заряженный шарик массой $m = 0,1$ г. После того, как на пластины была подана разность потенциалов $U = 10^3$ В, шарик отклонился на угол $\alpha = 30^\circ$. Найти заряд шарика.

Ответ: 5,66 нКл.

3.11. N одинаковых шарообразных капель ртути одноименно заряжены до одного и того же потенциала φ . Каков будет потенциал большой капли ртути, получившейся в результате слияния этих капель?

Ответ: $N^{2/3} \cdot \varphi$.

3.12. Шарик массой $m = 1$ г и зарядом $q = 10^{-8}$ Кл перемещается из точки А, потенциал которой 600 В, в точку В, потенциал которой равен нулю. Определить скорость шарика в точке А, если в точке В его скорость $v_B = 20$ см/с.

Ответ: $v_A = 17$ см/с.

3.13. Два одинаковых точечных заряда $q = 6,7$ нКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Найти напряженность электрического поля в точке, расположенной на расстоянии 10 см от каждого из зарядов.

Ответ: 10,4 кВ/м.

Домашнее задание

Раздел А

3.14. Имеются два свободных положительных заряда $q_1 = 4e$ и $q_2 = e$, находящиеся на расстоянии a друг от друга. Заряд какой величины нужно взять и где его расположить, чтобы вся система находилась в равновесии?

Ответ: $q = \frac{4}{9}e$ на расстоянии $a/3$ от q_2 .

3.15. Два точечных заряда $q_1 = 6,7$ нКл и $q_2 = 13,2$ нКл находятся на расстоянии $a = 5$ см друг от друга. Найти напряженность электрического поля E в точке, расположенной на расстоянии $b = 3$ см от положительного заряда и $c = 4$ см от отрицательного.

Ответ: 101 кВ/м.

3.16. В трех вершинах квадрата со стороной $a = 40$ см находятся одинаковые положительные заряды $q = 5$ нКл каждый. Найти напряженность поля в четвертой вершине.

Ответ: 535 В/м.

3.17. Четыре одинаковых точечных заряда $q = 10$ нКл расположены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Найти силу, действующую на каждый из зарядов со стороны трех остальных.

Ответ: 172 мкН.

3.18. Какой угол α с вертикалью составит нить, на которой висит шарик массой $m = 25$ мг, если его поместить в горизонтальное однородное электрическое поле напряженностью $E = 35$ В/м и сообщить ему заряд $q = 7$ мкКл?

Ответ: $\alpha \approx 45^\circ$.

3.19. Электрон движется в направлении однородного электрического поля напряженностью $E = 120$ В/м. Какое расстояние пройдет электрон до полной остановки, если его начальная скорость $v_0 = 10^6$ м/с? За какое время t он пройдет это расстояние?

Ответ: 2,37 см; 47 нс.

Раздел Б

3.20. На расстоянии 50 см от поверхности шара радиусом 9 см, заряженного до потенциала 25 кВ, находится точечный заряд 10^{-8} Кл. Какую работу надо совершить, чтобы расстояние между шаром и зарядом стало 20 см?

Ответ: 39,5 мкДж.

3.21. Два одинаковых шарика подвешены в воздухе на нитях так, что их поверхности соприкасаются. После того, как каждому шарiku был сообщен заряд $q = 0,4$ мкКл, они разошлись на угол $2\alpha = 60^\circ$. Найти массу шариков m , если расстояние от центров шариков до точки подвеса $l = 0,2$ м.

Ответ: 6,3 г.

3.22. Два шара, радиусы которых 5 см и 8 см, а потенциалы соответственно $\varphi_1 = 120$ и $\varphi_2 = 50$ В, соединяют проводом. Найти потенциалы шаров после их соединения и заряд, перешедший с одного шара на другой.

Ответ: 77 В; 0,24 нКл.

3.23. Сколько электронов содержит заряд q пылинки, если она удерживается в равновесии в плоском конденсаторе с горизонтальными пластинами, расстояние между которыми $d = 5$ мм, а напряжение $U = 75$ В? Масса пылинки $m = 10^{-9}$ г, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: 4000.

3.24. Электрон влетает в плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $6 \cdot 10^7$ м/с. Расстояние между пластинами 1 см, разность потенциалов 600 В. Найти отклонение электрона, вызванное полем конденсатора, длина пластин которого 5 см.

Ответ: 3,7 мм.

Электрическая емкость и энергия заряженного конденсатора

7 занятие

Раздел А

3.25. Площадь каждой из обкладок плоского воздушного конденсатора $S = 60$ см², разность потенциалов между ними $U = 90$ В. Определить расстояние d между обкладками, если заряд конденсатора $q = 1$ нКл.

Ответ: $d = 4,8$ мм.

3.26. Плоский конденсатор емкостью $C = 0,01$ мкФ, между обкладками которого находится слюдяная пластинка, присоединен к аккумулятору. Заряд конденсатора $q = 1,4 \cdot 10^{-5}$ Кл. Какой заряд пройдет по цепи при удалении пластинки? На сколько изменится энергия конденсатора? Относительная диэлектрическая проницаемость слюды $\epsilon = 7$.

Ответ: 12 мкКл; уменьшится на 8,4 мДж.

3.27. Два конденсатора емкостями $C_1 = 1$ мкФ и $C_2 = 3$ мкФ соединены последовательно и присоединены к источнику постоянного напряжения $U = 220$ В. Каковы заряд и напряжение на каждом из конденсаторов?

Ответ: $q_1 = q_2 = 1,65 \cdot 10^{-4}$ Кл; $U_1 = 165$ В; $U_2 = 55$ В.

3.28. Конденсатор емкостью 3 мкФ зарядили до разности потенциалов 300 В, конденсатор емкостью 2 мкФ – до разности потенциалов 200 В. После зарядки конденсаторы соединили друг с другом одноименными полюсами. Какая разность потенциалов установилась на обкладках конденсаторов после их соединения?

Ответ: 260 В.

3.29. Плоский воздушный конденсатор заряжен до некоторой разности потенциалов. В конденсатор вдвинули пластину из диэлектрика. После этого для восстановления прежней разности потенциалов заряд конденсатора пришлось увеличить в три раза. Определить диэлектрическую постоянную пластины.

Ответ: $\varepsilon = 3$.

3.30. Два заряда в вакууме взаимодействуют с такой же силой на расстоянии $\eta = 11$ см, как в скипидаре на расстоянии $r = 4$ см. Определить диэлектрическую проницаемость ε скипидара.

Ответ: $\varepsilon = 2,2$.

3.31. При разрядке батареи, состоящей из 20 параллельно включенных конденсаторов с одинаковыми емкостями $C = 4$ мкФ, выделилось количество теплоты $Q = 10$ Дж. До какой разности потенциалов были заряжены конденсаторы?

Ответ: 500 В.

3.32. Конденсатор емкостью $C_1 = 1000$ нФ, заряженный до напряжения $U = 100$ В, соединяют с незаряженным конденсатором емкостью $C_2 = 2000$ нФ. Какая энергия ΔW теряется при этом на образование искры, возникающей в момент соединения конденсаторов?

Ответ: $\Delta W = 3,3$ мкДж.

Раздел Б

3.33. В плоский воздушный конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d введена параллельно обкладкам проводящая пластинка, размеры которой равны размерам обкладок, а толщина $d_0 = d/3$. Найти емкость конденсатора с проводящей пластинкой. Во сколько раз изменилась энергия конденсатора, если до введения пластинки он был заряжен и отключен от источника ЭДС?

Ответ: $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d - d_0}$; $\frac{W}{W_0} = \frac{2}{3}$.

3.34. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между обкладками которого $d = 5$ см, заряжен до напряжения $U_1 = 200$ В и отключен от источника. Каким будет напряжение на конденсаторе U_2 , если его обкладки раздвинуть до расстояния $d_2 = 10$ см?

Ответ: 400 В.

3.35. Расстояние между обкладками плоского воздушного конденсатора, присоединенного к источнику с ЭДС $\varepsilon = 180$ В, увеличивают от $d_1 = 5$ мм до $d_2 = 12$ мм. Площадь каждой из обкладок конденсатора $S = 175$ см². Найти

работу A по раздвижению пластин в двух случаях: 1) конденсатор перед раздвижением пластин отключен от источника; 2) конденсатор в процессе раздвижения пластин все время соединен с источником.

Ответ: 1) 705 нДж; 2) 293 нДж.

3.36. Три последовательно соединенных конденсатора с емкостями $C_1 = 0,1$ мкФ, $C_2 = 0,25$ мкФ и $C_3 = 0,5$ мкФ подключены к источнику тока с напряжением $U = 32$ В. Найти напряжение U_1 , U_2 , U_3 на каждом из конденсаторов.

Ответ: 20 В; 8 В; 4 В.

Домашнее задание

Раздел А

3.37. В электрическом поле потенциал точки А $\varphi_A = 300$ В, точки В – $\varphi_B = 1200$ В. Какую работу необходимо совершить, чтобы положительный заряд $q = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл переместить из точки А в точку В?

Ответ: 27 мкДж.

3.38. Конденсатору емкостью $C = 2$ мкФ сообщен заряд $q = 1$ мКл. Обкладки конденсатора соединили проводником. Найти количество теплоты Q , выделившееся в проводнике при разрядке конденсатора, и разность потенциалов между обкладками конденсатора до разрядки.

Ответ: $Q=0,25$ Дж; $U = 500$ В.

3.39. Найти заряд конденсатора емкостью $C = 10$ мкФ, подключенного к источнику тока с напряжением $U = 36$ В.

Ответ: $3,6 \cdot 10^{-4}$ Кл.

3.40. Два конденсатора емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 3$ мкФ соединены параллельно и к ним последовательно подключен конденсатор емкостью $C_3 = 5$ мкФ. Найти общую емкость C такой батареи.

Ответ: 2,5 мкФ.

3.41. Конденсатор емкостью $C_1 = 5$ мкФ, имеющий заряд $q_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл соединяют разноименными обкладками с конденсатором емкостью $C_2 = 2$ мкФ, заряженным до напряжением $U_2 = 200$ В. Найти напряжение на конденсаторах U и заряды q_1 и q_2 каждого из конденсаторов после их соединения.

Ответ: $U = 50$ В; $q_1' = 2,5 \cdot 10^{-4}$ Кл; $q_2' = 10^{-4}$ Кл.

3.42. Плоский воздушный конденсатор, площадь обкладок которого $S = 100 \text{ см}^2$, заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$ после чего емкость конденсатора оказалась равной $C = 177 \text{ пФ}$. Найти расстояние d между обкладками конденсатора.

Ответ: $d = 1 \text{ мм}$.

Раздел Б

3.43. Три конденсатора емкостями $0,002$; $0,004$ и $0,006 \text{ мкФ}$ соединены последовательно. Можно ли приложить к этой батарее напряжение $U = 11000$ вольт, если пробивное напряжение каждого из конденсаторов 4000 В . Какое напряжение будет приходиться на каждый из конденсаторов батареи?

Ответ: 6 кВ ; 3 кВ ; 2 кВ .

3.44. Расстояние между обкладками плоского конденсатора $d = 5 \text{ см}$. Параллельно им в конденсатор вводят металлическую пластину толщиной $d_1 = 1 \text{ см}$, а все оставшееся пространство заполняют керосином с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,1$. Найти емкость такого конденсатора, если площадь каждой из его обкладок $S = 100 \text{ см}^2$.

Ответ: $4,64 \text{ пФ}$.

3.45. Каждая из капелек ртути радиусом $r = 1 \text{ мм}$ имеет заряд $q = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$. Восемь таких капелек сливаются в одну большую каплю. Каким будет потенциал этой капли?

Ответ: $7,2 \text{ кВ}$.

3.46. Два шара радиусами $R_1 = 5 \text{ см}$ и $R_2 = 10 \text{ см}$ имеют одинаковые заряды $q_1 = q_2 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Шары соединяют проволокой, емкостью которой можно пренебречь. Какими будут потенциал и заряды каждого из шаров после их соединения? Расстояние между шарами много больше их радиусов.

Ответ: 240 В ; $q'_1 = 1,33 \text{ нКл}$, $q'_2 = 2,67 \text{ нКл}$.

4. Постоянный электрический ток

8 занятие

Раздел А

4.1. Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Найти сопротивление медной проволоки длиной 1 м и поперечным сечением в 1 мм^2 .

Ответ: 0,017 Ом.

4.2. Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампы при 20°C равно 20 Ом. Сопротивление той же нити в рабочем состоянии 188 Ом. Какова температура накала нити? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$ град $^{-1}$.

Ответ: 1635°C .

4.3. Источник постоянного тока с ЭДС $\varepsilon = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ замкнут на внешнее сопротивление $R = 9 \text{ Ом}$. Определить силу тока I в цепи, падение напряжения U_R на внешнем участке и падение напряжения U_r на внутреннем участке цепи.

Ответ: $I = 1,2 \text{ А}$; $U_R = 10,8 \text{ В}$; $U_r = 1,2 \text{ В}$.

4.4. В сеть напряжением $U = 24 \text{ В}$ подключили два последовательно соединенных резистора. При этом сила тока составила $I_1 = 0,60 \text{ А}$. Когда резисторы подключили параллельно, суммарная сила тока стала равной $I_2 = 3,2 \text{ А}$. Определить сопротивления резисторов.

Ответ: $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 30 \text{ Ом}$.

4.5. В проводнике сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$, подключенном к источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 1,1 \text{ В}$, идет ток $I = 0,5 \text{ А}$. Какова сила тока I_{max} при коротком замыкании источника?

Ответ: $I_{\text{max}} = 5,5 \text{ А}$.

4.6. При силе тока $I_1 = 3 \text{ А}$ во внешней цепи выделяется мощность $P_1 = 18 \text{ Вт}$, а при силе тока $I_2 = 1 \text{ А}$ – мощность $P_2 = 10 \text{ Вт}$. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Ответ: 12 В; 2 Ом.

4.7. В сеть постоянного тока с напряжением $U = 110 \text{ В}$ включен электромотор. Сопротивление обмотки электромотора $R = 2,0 \text{ Ом}$. Мотор потребляет ток силой $I = 8,0 \text{ А}$. Определить мощность, потребляемую мотором, механическую мощность и КПД мотора.

Ответ: 880 Вт; 752 Вт; 85 %.

4.8. Внутреннее сопротивление батареи с ЭДС $\varepsilon = 12 \text{ В}$ равно $r = 0,05 \text{ Ом}$. Между полюсами батареи по ошибке включили закорачивающий проводник сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$. Какой ток протечет через батарею? Какая мощность выделится в закорачивающем проводнике? Где выделится больше тепла – в проводнике или в лампе мощностью $P = 100 \text{ Вт}$?

Ответ: $I = 80 \text{ А}$; $P = 640 \text{ Вт}$.

Раздел Б

4.9. Миллиамперметр, рассчитанный на измерение тока до $I_a = 25 \text{ мА}$, имеющий внутреннее сопротивление $R_a = 10 \text{ Ом}$, необходимо использовать как амперметр для измерения токов до $I = 5 \text{ А}$. Какое сопротивление должен иметь шунт? Во сколько раз уменьшится чувствительность прибора?

Ответ: $R_{\text{ш}} = 0,05 \text{ Ом}$; $n = \frac{I}{I_a} = 20$.

4.10. Элемент, ЭДС которого $\varepsilon = 6 \text{ В}$, создает максимальную силу тока в цепи $I_{\text{max}} = 3 \text{ А}$. Найти наибольшее количество теплоты Q_{max} , которое может быть выделено во внешнем сопротивлении за время $t = 1 \text{ мин}$.

Ответ: 540 Дж .

4.11. Имеются две электрические лампочки мощностями $P_1 = 40 \text{ Вт}$ и $P_2 = 60 \text{ Вт}$, рассчитанные на напряжение сети $U = 220 \text{ В}$. Какую мощность будет потреблять каждая из лампочек, если их подключить к сети последовательно?

Ответ: $P'_1 = 14,4 \text{ Вт}$, $P'_2 = 9,6 \text{ Вт}$.

4.12. Каково внутреннее сопротивление r генератора, если известно, что мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова при двух значениях внешнего сопротивления $R_1 = 5 \text{ Ом}$ и $R_2 = 0,2 \text{ Ом}$? Найти коэффициент полезного действия генератора η в каждом из этих случаев.

Ответ: $r = 1 \text{ Ом}$; $\eta_1 = 0,83$, $\eta_2 = 0,17$.

Домашнее задание

Раздел А

4.13. Дуговой фонарь, требующий для своего питания напряжение $U_0 = 40 \text{ В}$ и силу тока $I_0 = 10 \text{ А}$, включен в сеть с напряжением $U = 120 \text{ В}$ через реостат, изготовленный из нихромовой проволоки сечением $S = 2 \text{ мм}^2$. Определить сопротивление реостата и длину проволоки, необходимой для его изготовления. Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ответ: 8 Ом; 14,5 м.

4.14. Определить плотность тока в проводнике, если известно, что за время $t = 10$ с через поперечное сечение проводника проходит заряд $q = 100$ Кл. Площадь поперечного сечения проводника $S = 5$ мм².

Ответ: $j = 2 \cdot 10^6$ А/м².

4.15. Общее сопротивление двух последовательно соединенных проводников $R = 5$ Ом, а параллельно соединенных $R = 1,2$ Ом. Определить сопротивление каждого из проводников.

Ответ: $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом.

4.16. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1 секунду?

Ответ: 8 Дж/с.

4.17. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при силе тока 5 А на внешнем участке цепи выделяется каждую секунду 9,5 Дж теплоты, а при силе тока 8 А – 14,4 Дж.

Ответ: $\varepsilon = 2,07$ В; $r = 0,033$ Ом.

4.18. Миллиамперметр со шкалой на 20 мА необходимо использовать как амперметр для измерения токов силой до 5 А. Рассчитать сопротивление шунта, если сопротивление миллиамперметра 8 Ом.

Ответ: 0,032 Ом.

4.19. В комнате горит лампочка мощностью 60 Вт и параллельно ей включается электронагревательный прибор мощностью 240 Вт. Напряжение в сети 120 В. Сопротивление проводов, соединяющих прибор и лампочку с осветительной сетью, $R_0 = 6$ Ом. На сколько изменится напряжение, приложенное к лампочке, при включении нагревательного прибора?

Ответ: на 10,4 В.

4.20. Электромотор имеет омическое сопротивление 2 Ом и питается от сети напряжением 110 В. Сила тока в электромоторе при его работе 10 А. Какую полную мощность он потребляет? Какая часть мощности превращается в механическую работу?

Ответ: 1,1 кВт; 82 %.

Раздел Б

4.21. К алюминиевой проволоке массой 5,4 кг приложено напряжение 5,6 В. Какое поперечное сечение имеет проволока, если по ней течет ток силой 0,2 А? Удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, плотность алюминия $D = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³.

Ответ: $S = 1,36$ мм².

4.22. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением $U = 220$ В лампочку, которая рассчитана на напряжение $U_1 = 120$ В и потребляет при этом ток силой $I_1 = 4$ А?

Ответ: 25 Ом.

4.23. Определить силу тока короткого замыкания батареи, если при силе тока $I_1 = 2$ А во внешней цепи выделяется мощность $N_1 = 24$ Вт, а при силе тока $I_2 = 5$ А мощность $N_2 = 30$ Вт.

Ответ: $I = 8$ А

4.24. Сколько параллельно включенных электрических лампочек, рассчитанных на 100 В и потребляющих мощность в 50 Вт каждая, могут гореть полным накалом при питании их от аккумуляторной батареи с ЭДС $\varepsilon = 120$ В и внутренним сопротивлением $r = 10$ Ом?

Ответ: 4 лампочки.

4.25. К аккумулятору с внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом сначала подключили сопротивление $R = 2$ Ом, затем параллельно ему второе такое же сопротивление. Во сколько раз изменится количество теплоты, выделяющейся в первом сопротивлении, после подключения второго?

Ответ: уменьшится в 2,25 раза.

4.26. При силе тока $I_1 = 3$ А во внешней цепи выделяется мощность $P_1 = 18$ Вт, а при силе тока $I_2 = 1$ А – мощность $P_2 = 10$ Вт. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Ответ: 12 В; 2 Ом.

Содержание

1. Механика	3
Кинематика.....	3
Динамика поступательного движения	6
Работа, мощность, энергия	10
2. Теплота и молекулярная физика	13
3. Электростатика	17
Напряженность и потенциал электрического поля	17
Электрическая емкость и энергия заряженного конденсатора	20
4. Постоянный электрический ток	23

З а д а ч и
п о
а д а п т а ц и о н н о м у
к у р с у ф и з и к и

2002