

## Ответы: ЕГЭ по физике

<b>1</b>	2
<b>2</b>	0,2
<b>3</b>	240
<b>4</b>	5
<b>5</b>	24
<b>6</b>	13
<b>7</b>	6
<b>8</b>	800
<b>9</b>	12
<b>10</b>	32
<b>11</b>	8
<b>12</b>	16
<b>13</b>	2
<b>14</b>	15
<b>15</b>	12
<b>16</b>	88 138
<b>17</b>	12
<b>18</b>	35

19

 $(230 \pm 23)$ 

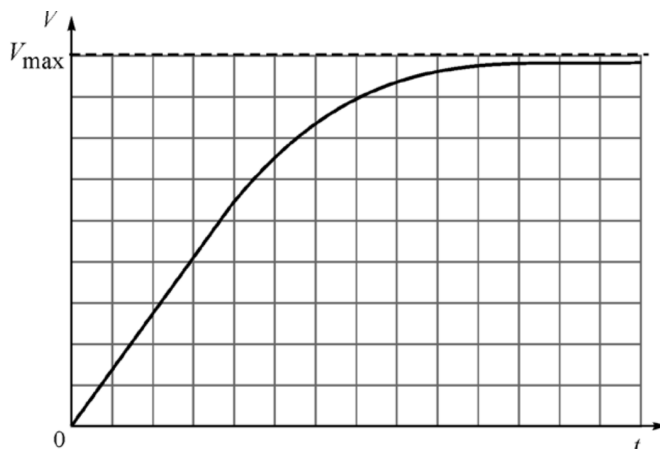
20

45

21

**Возможное решение**

1. В начальный период разгона, когда «горит» резина, сила трения скольжения ведущих колёс о трек максимальна, и ускорение болида также максимально и постоянно, а силой трения болида о воздух можно пренебречь.
2. С ростом скорости при постоянной полной мощности  $\eta P$ , подводимой к колёсам, увеличивается доля полезной мощности двигателя болида, которая расходуется на увеличение его кинетической энергии, и уменьшаются бесполезные потери на нагрев горячей резины:  $P_{\text{пол}} = F_{\text{тр}} \cdot V$ .
3. Когда эта доля достигает всей мощности, проскальзывание ведущих колёс прекращается, и с ростом скорости сила их трения покоя о трек и ускорение болида начинают уменьшаться.
4. С ростом скорости увеличивается доля полезной мощности, расходуемая на преодоление силы трения о воздух, и когда сумма ускоряющей силы трения о трек и силы трения о воздух обращается в ноль, ускорение болида прекращается, а его скорость достигает максимума.
5. На максимальной скорости  $V$  полезная мощность  $P_{\text{пол}} = \eta P = F_{\text{в}} \cdot V = \rho S V^3$ , откуда  $V_{\text{макс}} = [\eta P / (\rho S)]^{1/3} = [0,8 \cdot 1200 \cdot 736 / (1,27 \cdot 0,9)]^{1/3} \approx 85 \text{ м/с} \approx 306 \text{ км/ч}$ .



22

**Возможное решение**

1. Запишем формулы для периодов малых колебаний математического маятника длиной  $l$  и для пружинного маятника с массой груза  $m$  и жёсткостью пружины  $k$  с учётом условия задачи:  $T_2 = T_1/2 = 2\pi(m/k)^{1/2} = \pi(l/g)^{1/2}$ , откуда  $m/k = l/(4g)$ .
  2. По второму закону Ньютона и закону Гука в положении равновесия пружинного маятника сила тяжести груза равна упругой силе:  $mg = kx_0$ , откуда  $x_0 = mg/k = l/4$ .
  3. Поскольку  $T_1 = 2\pi(l/g)^{1/2}$ , то  $l = g(T_1)^2/(4\pi^2)$ .
  4. Окончательно получаем:  $x_0 = l/4 = g(T_1)^2/(16\pi^2) = 10 \cdot 1^2/(16\pi^2) \approx 0,0634 \text{ м}$ .
- Ответ:  $x_0 = g(T_1)^2/(16\pi^2) \approx 0,0634 \text{ м} = 6,34 \text{ см}$

**23****Возможное решение**

1. Так как стенки сосуда обладают высокой теплопроводностью, при медленном перемещении поршня содержимое сосуда будет успевать обмениваться количеством теплоты с окружающим воздухом, температура которого поддерживается постоянной. Поэтому температура содержимого сосуда изменяться не будет и показания термометра будут неизменными.
2. Смесь воздуха с водяными парами можно считать идеальным газом. При поднимании поршня этот газ изотермически расширяется (его объём увеличивается). По закону Бойля – Мариотта давление смеси газов при этом уменьшается, то есть показания барометра будут уменьшаться.
3. Давление насыщенных паров воды  $p_{\text{нас}}$  зависит только от температуры и не зависит от объёма, который занимает пар. Пока в сосуде есть капли воды, при поднимании поршня парциальное давление  $p_{\text{пар}}$  водяного пара будет оставаться неизменным и равным давлению насыщенного пара. Но после того, как все капли испарятся, парциальное давление водяного пара начнёт уменьшаться. Поэтому относительная влажность  $\varphi = p_{\text{пар}}/p_{\text{нас}}$  в сосуде будет сначала оставаться равной 100 %, а затем начнёт падать. Следовательно, показания гигрометра сначала будут оставаться неизменными, а после того, как водяной пар в сосуде станет ненасыщенным, будут уменьшаться.

**24****Возможное решение**

1. Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты  $\Delta Q_{12}$ , которое выделилось при конденсации пара, складывается из работы  $A_{12}$  пара и изменения  $\Delta U_{12}$  внутренней энергии воды:  $\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ .
2. Масса  $m$  воды находится, исходя из её объёма  $V_{\text{в}}$  и плотности  $\rho_{\text{в}}$ , данной в таблицах:  $m = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} = 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1$  кг.
3. Количество теплоты  $\Delta Q_{12}$  определяется из массы  $m = 1$  кг воды и табличной удельной теплоты  $L = 2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг её парообразования при нормальном атмосферном давлении  $p_0 = 10^5$  Па и температуре кипения  $T = 100^\circ\text{C} = 373$  К. Отсюда:  $\Delta Q_{12} = -mL = -2,3 \cdot 10^6$  Дж ( $\Delta Q_{12} < 0$ , т.к. количество теплоты не поглощается, а выделяется).
4. Работа пара  $A_{12} = p_0(V_{\text{в}} - V_{\text{п}}) \approx -p_0 V_{\text{п}} = -mRT/\mu = -1 \cdot 8,31 \cdot 373/0,018 \approx -172200$  Дж, поскольку по условию объём пара намного больше конечного объёма воды, а сам пар можно считать идеальным газом с молярной массой  $\mu = 0,018$  кг/моль, подчиняющимся уравнению Менделеева – Клапейрона. Отметим, что  $A_{12} < 0$ , поскольку объём пара уменьшается, т.е. сила атмосферного давления совершает работу над газом.
5. Из записанных соотношений следует, что
 
$$\Delta U_{12} = Q_{12} - A_{12} = -m(L - RT/\mu) = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}}(L - RT/\mu) \approx -2300000 + 172000 = -2128000 \text{ Дж},$$
 то есть внутренняя энергия данной порции воды в процессе её конденсации уменьшается примерно на 2128 кДж.

**25****Возможное решение**

1. Сразу после замыкания ключа К ток пойдёт только через конденсатор С, поскольку он ещё не заряжен и напряжение на нём и на резисторе R равно нулю, откуда по закону Ома для участка цепи следует, что и ток через резистор в первый момент равен нулю. Поэтому по закону Ома для замкнутой цепи  $I_1 = \mathcal{E}/r$ , где  $r$  – внутреннее сопротивление источника.

2. В установившемся режиме ток через конденсатор не идёт, и по закону Ома для замкнутой цепи  $I_2 = \mathcal{E}/(r + R)$ , причём по условию  $I_1/I_2 = n$ .

3. Установившееся падение напряжения на резисторе равно напряжению на конденсаторе  $U = I_2 R = q/C$ , согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе.

4. Из написанных уравнений получаем, что  $I_1/I_2 = n = (r + R)/r$ ,  $R/r = n - 1$ ,  $U = \mathcal{E}R/(r + R) = \mathcal{E}(1 + r/R) = (n - 1)\mathcal{E}/n = q/C$ .

5. Таким образом,  $\mathcal{E} = nq/[(n - 1)C] = 3,5 \text{ В}$ .

**Ответ:**  $\mathcal{E} = nq/[(n - 1)C] = 3,5 \text{ В}$

## 26

### Возможное решение

Обоснование

Кубик и шарик движутся поступательно, поэтому их можно принять за материальные точки. При переходе с гладкой на шероховатую поверхность пренебрегаем вращением шарика. При взаимодействии тел внешние силы тяжести и реакции опоры не оказывают действия в горизонтальном направлении, а силы трения и сопротивления не действуют. Поэтому в инерциальной системе отсчета можно применить закон сохранения импульса тел. Соударение абсолютно упругое, поэтому нет потерь энергии, в инерциальной системе отсчета можно применить закон сохранения энергии.

При переходе на шероховатую поверхность применима теорема о кинетической энергии для работы внешней силы трения.

### Решение

1. Кубик и шар считаем материальными точками, не учитываем энергию вращения шара после удара и процесс перехода кубика с гладкой части на шероховатую.

2. Так как соударение абсолютно упругое, то можно записать закон сохранения импульса и механической энергии для шара и кубика:

$$Mv_0 = Mv_1 + mv; \quad \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv^2}{2},$$

где  $v$  — скорость кубика;  $v_1$  — скорость шара сразу после удара.

3. Из этих выражений получаем:  $v = \frac{2Mv_0}{M + m}$ .

4. Для описания движения кубика после удара до остановки можно, например, воспользоваться законом изменения механической энергии:

$$\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{тр}} \Leftrightarrow \frac{mv^2}{2} = F_{\text{тр}}L = \mu mgL.$$

5. Объединяя полученные выражения, получаем:

$$L = \frac{1}{2\mu g} \left( \frac{2Mv_0}{M + m} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 0,3 \cdot 10} \left( \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 2}{0,3 + 0,1} \right)^2 = 1,5 \text{ м}.$$

**Ответ:**  $L = 1,5 \text{ м}$ .