

Ответы: ЕГЭ по Физике

1 21

2 2400

3 4

4 300

5 34

6 21

7 8

8 0,375

9 14

10 13

11 0,2

12 2

13 4

14 34

15 23

16 30 15

17 31

18 15

19

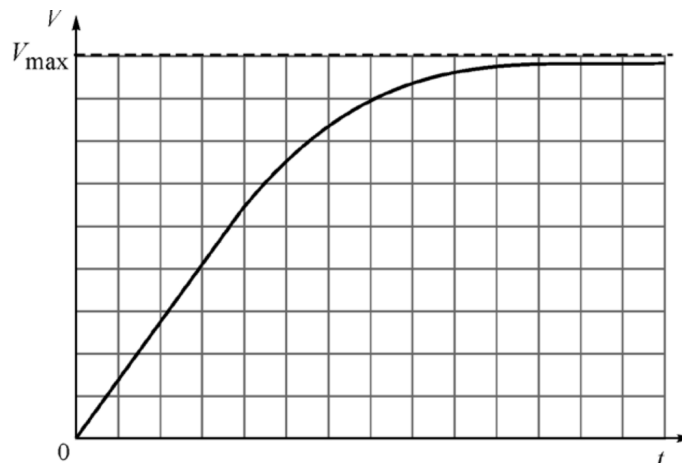
(230 ± 23)

20

14

21**Возможное решение**

1. В начальный период разгона, когда «горит» резина, сила трения скольжения ведущих колес 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 ηP , подводимой к колесам, 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 колес 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 $P_{\text{пол}} = F_{\text{в}} \cdot V = \rho S V^3$, откуда $V_{\text{макс}} = [\eta P / (\rho S)]^{1/3} = [0,9 \cdot 1000 \cdot 736 / (1,27 \cdot 0,5)]^{1/3} \approx 101,4 \text{ м/с} \approx 365 \text{ км/ч}$.

**22****Возможное решение**

1. Как следует из условия, после толчка грузик будет двигаться по окружности радиусом r вокруг гвоздика, постепенно теряя скорость из-за трения о плоскость.
 2. Кинетическая энергия грузика $E_{\text{кин}} = mV^2/2$ (m – его масса) будет расходоваться на работу против силы трения скольжения, как следует из теоремы о кинетической энергии: $\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{тр}}$, пока грузик не остановится.
 3. Сила трения скольжения будет всё время направлена против скорости грузика и до его остановки равна $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$, поскольку сила нормального давления грузика на плоскость $N = mg$. При этом сила натяжения нити, «поворачивающая» направление вектора скорости, будучи ему перпендикулярной, работы не совершает.
 4. Угол поворота нити связан с путём S , пройденным грузиком по дуге окружности до остановки, соотношением $S = r\varphi$.
 5. Работа силы трения $A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}} S = -\mu mgr\varphi = \Delta E_{\text{кин}} = -mV^2/2$, откуда

$$\varphi = V^2/(2\mu gr) = 3^2/(2 \cdot 0,15 \cdot 10 \cdot 0,5) = 6 \text{ рад} \approx 344^\circ$$
- Ответ: $\varphi = 6 \text{ рад} \approx 344^\circ$

23

Возможное решение

1. Согласно закону Ома для полной цепи ток в цепи равен $I = \varepsilon/(r + R_1 + R_2)$.
2. Согласно закону Ома для участка цепи напряжения на резисторах R_1 и R_2 относительно точки 0 цепи равны, соответственно, $U_1 = +IR_1$ и $U_2 = -IR_2$.
3. Согласно формуле для электроёмкости конденсатора заряды на нём при подключении с помощью ключа К к точкам 1 и 2 цепи будут равны $Q_1 = CU_1 = +CR_1I = +CR_1\varepsilon/(r + R_1 + R_2)$ и $Q_2 = -CR_2\varepsilon/(r + R_1 + R_2)$.
4. Таким образом, заряд Q конденсатора изменится на $\Delta Q = Q_2 - Q_1 = -C(R_1 + R_2)\varepsilon/(r + R_1 + R_2)$.
5. Подставив численные данные из условия, получим:

$$\Delta Q = -4 \cdot 10^{-6} \cdot (1,5 + 2,4) \cdot 10^3 \cdot 9 / (100 + 1500 + 2400) = -35,1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

24

Возможное решение

1. Согласно уравнению состояния Менделеева-Клапейрона для $\nu = 1$ моля идеального одноатомного газа при температуре T имеем: $pV = \nu RT$.
 2. Среднеквадратичная скорость атомов массой m идеального одноатомного газа равна $v_{\text{ср кв}} = (3kT/m)^{1/2} = (3RT/\mu)^{1/2} = (3pV/\mu\nu)^{1/2}$, где $\mu = 40$ г/моль – молярная масса аргона.
 3. Отсюда в начальном состоянии имеем:

$$v_{\text{ср кв1}} = (3p_1V_1/\mu\nu)^{1/2} = (3 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-3}/40 \cdot 10^{-3})^{1/2} \approx 387,3 \text{ м/с.}$$
 4. В конце процесса $p_2 = p_1 + \Delta p = p_1 + \Delta V/\alpha = p_1 + [p_1/(2V_1)](V_2 - V_1) = p_1(V_1 + V_2)/(2V_1) = 2 \cdot 10^5 \text{ Па.}$
 5. Таким образом,

$$v_{\text{ср кв2}} = (3p_2V_2/\mu\nu)^{1/2} = (3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 60 \cdot 10^{-3}/40 \cdot 10^{-3})^{1/2} \approx 948,7 \text{ м/с.}$$
 6. Окончательно получаем:

$$v_{\text{ср кв2}} - v_{\text{ср кв1}} = (3p_2V_2/\mu\nu)^{1/2} - (3p_1V_1/\mu\nu)^{1/2} \approx 948,7 - 387,3 \approx 561 \text{ м/с.}$$
- Ответ: $v_{\text{ср кв2}} - v_{\text{ср кв1}} = (3p_2V_2/\mu\nu)^{1/2} - (3p_1V_1/\mu\nu)^{1/2} \approx 561 \text{ м/с}$

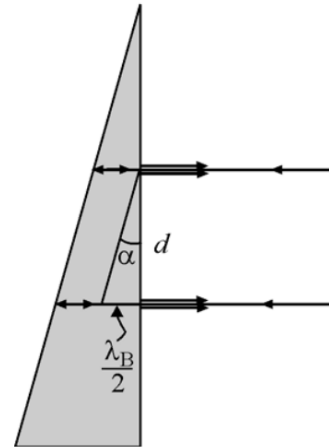
25

Возможное решение

1. При интерференции в тонких плёнках два синфазных когерентных источника получают при отражении света от передней и задней поверхностей плёнки.
2. Интерференционные максимумы наблюдаются на поверхности плёнки, когда разность хода двух лучей Δ , набегающая при прохождении одного луча через плёнку «туда и обратно» до встречи с другим лучом, отражённым от передней поверхности плёнки, равна целому числу длин волн в среде, в которой они распространяются: $\Delta = m\lambda_{\text{в}}$. В данном случае $\lambda_{\text{в}} = \lambda/n \approx 410,6$ нм.
3. Для перехода от m -го максимума к $m + 1$ разность хода Δ должна увеличиться на $\lambda_{\text{в}}$, а толщина плёнки – на $\lambda_{\text{в}}/2 \approx 205,3$ нм, поскольку один луч через плёнку проходит дважды.
4. Отсюда следует, что период полос $d = 4$ мм много больше, чем изменение толщины плёнки $\lambda_{\text{в}}/2 \approx 205,3$ нм на этом периоде, а значит, $\lambda_{\text{в}}/2 \approx d \cdot \alpha$ (см. рис.).
5. Таким образом,

$$\alpha \approx \lambda_{\text{в}}/(2d) = \lambda/(2nd) \approx 5,13 \cdot 10^{-5} \text{ радиана} \approx 11''.$$

Ответ: $\alpha \approx \lambda/(2nd) \approx 11''$



26

Возможное решение

Обоснование

Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной, грузики – точечными твёрдыми телами, очень медленно движущимися по горизонтальному столу, не опрокидываясь под действием упругих сил со стороны пружинок и сил трения. При таких предположениях можно пользоваться законами статики, а также формулами для сил упругости (законом Гука) и сил сухого трения скольжения и покоя.

Решение

1. Рассмотрим описанную в условии систему в момент перехода самого правого грузика от покоя к скольжению, когда сила его трения о стол $F_{\text{тр}}$ достигает своего максимального значения, равного $\mu N = \mu mg$ (сила реакции опоры $N = mg$, поскольку грузик не движется по вертикали) и направлена влево.
2. Поскольку вся система тел в этот момент не движется, то сумма сил, действующих на неё, как и на каждое из составляющих её тел, по законам статики должна равняться нулю.
3. Правый грузик «толкает» направо деформированная на Δx пружинка с силой $F_{\text{упр}}$, равной по закону Гука $k\Delta x$. Поскольку сумма сил должна быть равной нулю, $F_{\text{тр}} = F_{\text{упр}}$, то получаем $\mu mg = k\Delta x$, откуда $\Delta x = \mu mg/k$.
4. По третьему закону Ньютона на эту последнюю пружинку со стороны грузика действует налево сила $F_{\text{упр}}$, и такая же сила действует направо со стороны «гладкого» ($\mu = 0$) грузика.
5. На «гладкий» грузик справа налево действует по третьему закону Ньютона со стороны последней пружинки сила $F_{\text{упр}}$, и такая же сила действует на него направо со стороны средней пружинки, на которую действует налево та же сила со стороны этого грузика.
6. На среднюю пружинку со стороны первого грузика действует сила $F_{\text{упр}}$, поэтому она деформирована на ту же величину Δx .
7. На первый грузик, который сдвинулся по столу на расстояние $2\Delta x$ для создания

деформаций Δx у средней и последней пружинок, действуют налево сила трения о стол $F_{\text{тр}}$ и упругая сила $F_{\text{упр}}$, в сумме равные $2k\Delta x$, которые уравниваются упругой силой $F_{\text{тр1}} = k\Delta x_1$ со стороны первой пружинки: $2k\Delta x = k\Delta x_1$.

8. Отсюда деформация первой пружинки равна $\Delta x_1 = 2\Delta x$, а расстояние x_0 , на которое при этом сместилась точка O , складывается из Δx_1 и смещения правого конца этой пружинки, также равного $2\Delta x$, так что $x_0 = 2\Delta x + 2\Delta x = 4\Delta x = 4\mu mg/k = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,1 \cdot 10/10 = 0,16 \text{ м} = 16 \text{ см}$.

Ответ: $x_0 = 4\mu mg/k = 0,16 \text{ м} = 16 \text{ см}$.

Замечание: задачу можно решить проще, если рассмотреть условие начала движения системы из трёх грузиков и двух пружинок (средней и правой) под действием упругой силы со стороны первой пружинки: для сдвига этой системы нужно преодолеть суммарную силу трения $2\mu mg$ за счёт упругой силы, равной $2k\Delta x$, откуда с учётом деформаций по Δx средней и правой пружинок следует ответ, полученный выше: $x_0 = 4\Delta x = 4\mu mg/k$