

# Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2014 год

Билет 7 (Челябинск)

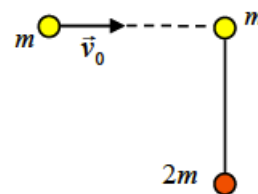
Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов).

## Задание 1

**ВОПРОС.** Импульс материальной точки. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

*Ответ должен содержать: определение импульса материальной точки, импульса системы материальных точек, формулировку закона сохранения импульса и объяснения его связи с законами динамики (законами Ньютона).*

**ЗАДАЧА.** На гладком горизонтальном столе лежат стальные шарики массами  $m$  и  $2m$ , связанные натянутой невесомой нерастяжимой нитью длины  $l$ . Ещё один шарик массы  $m$  налетает на систему со скоростью  $v_0$  (перпендикулярно натянутой нити), и происходит абсолютно упругий лобовой удар (см. рисунок). Найти величину силы натяжения нити и ускорение шарика массы  $2m$  после удара.



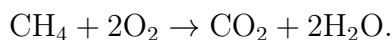
$$\frac{I_{\Sigma}}{v_0} = v ; \frac{I_{\Sigma}}{v_0 m} = L$$

## Задание 2

**ВОПРОС.** Насыщенные и ненасыщенные пары. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.

*Ответ должен содержать: определение пара как разновидности газообразного состояния вещества, определение насыщенного и ненасыщенного пара, описание и физическое объяснение зависимостей давления и плотности насыщенного пара от температуры.*

**ЗАДАЧА.** В очень прочном баллоне объемом  $V = 50$  л находится 96 г смеси метана  $\text{CH}_4$  с кислородом  $\text{O}_2$ . При температуре  $t_1 = 28^\circ\text{C}$  давление в баллоне равнялось  $p_1 = 200$  кПа. Слабая электрическая искра подожгла метан, вызвав реакцию



После завершения реакции содержимое баллона охладили до температуры  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ . Каким стало давление в баллоне? Нормальное атмосферное давление  $p_0 \approx 101$  кПа.

$$p_2 \approx p_0 + \frac{p_1 V}{2RT_2} + 0d = 2d$$

### Задание 3

ВОПРОС. Электрические заряды. Взаимодействие электрически заряженных тел. Потенциальность электростатических сил.

Ответ должен содержать: описание понятия об электрическом заряде, описание характера взаимодействия заряженных тел с выделением электростатического взаимодействия (с записью закона Кулона), указание на свойство потенциальности электростатических сил с определением потенциала как энергетической характеристики взаимодействия, формулу для потенциальной энергии электростатического взаимодействия зарядов.

ЗАДАЧА. Два одинаковых тела массой  $m$  и с зарядом  $q$  каждое удерживают на горизонтальной плоскости на расстоянии  $d$ . Какое расстояние  $l$  пройдет каждое из тел, если их отпустить? Какую максимальную скорость  $u$  приобретут тела в процессе движения? Коэффициент трения тел о плоскость равен  $\mu$ . Электрическая постоянная равна  $\epsilon_0$ .

$$\left( \text{коэффициент трения} \right) \frac{q^2 b^2 u}{\epsilon_0 b^2 q} > \mu \text{ или } \frac{u}{b \mu \epsilon_0 b^2 q} \sqrt{\lambda \epsilon_0} - \frac{p u u}{\epsilon_0 b^2 q} \sqrt{\lambda} = n \frac{\epsilon_0}{p} - \frac{p b u u \mu \epsilon_0}{\epsilon_0 b^2 q} = l$$

### Задание 4

ВОПРОС. Тонкие линзы. Формула линзы. Увеличение, даваемое линзами.

Ответ должен содержать: определение линзы как оптического устройства, краткую классификацию линз, описание приближения тонкой линзы с указанием его связи с параксиальным приближением, запись формулы линзы, определение увеличения как характеристики изображения и описание способов его вычисления.

ЗАДАЧА. При помощи тонкой линзы на экране создано изображение булавки, расположенной на главной оптической оси линзы перпендикулярно ей. При этом отношение линейных размеров изображения и самой булавки было равно  $|\Gamma| = 2$ . Не двигая булавку, линзу переместили на расстояние  $s = 20$  см вдоль её оптической оси (линза при этом не приближалась к булавке, и в любом положении оставалось справедливым приближение тонкой линзы). После перемещения и подбора положения экрана отношение размеров стало равно  $|\Gamma'| = 1$ . Найти оптическую силу линзы.

$$d_{\text{линз}} \epsilon_0 \epsilon_0 = \frac{s \epsilon_0}{l} = \left( \frac{|l|}{l} - \frac{|l'|}{l'} \right) \frac{s}{l} = d$$