

## **Задачи физических боев**

### **10-11 кл., 29 марта 2015 г.**

*Комментарии. В физических боях участвуют три команды по пять человек.*

*Первый этап: письменный. Команды получают по три задачи, решают их и сдают ответы членам жюри. Сдав одну задачу, команда получает следующую. За каждый правильный ответ — 3 балла, за неправильный — минус один балл (есть три попытки сдать задачу). Время ограничено: 30 минут. По окончании этапа жюри сообщает баллы каждой команды и разбирает нерешенные задачи.*

*Второй этап: устный. Состоит из нескольких туров, в каждом по одной задаче, и конкурса капитанов. Каждая команда получает сразу все задачи, и некоторое время на подготовку. В каждом туре одна команда — докладчик, другие — оппоненты. Оппоненты выбирают, какую задачу будет рассказывать докладчик.*

*От каждой команды к доске выходит по одному человеку, и команда не вправе ему подсказывать. Для совещаний команда может взять 1 минутный перерыв за игру.*

*Докладчик получает баллы за решение, оппоненты — за найденные им ошибки в решении. Если докладчик не решил задачу, оппонент представляет свое решение.*

*В конкурсе капитанов участвуют по 1 человеку от команды. Они получают задачу одновременно. Побеждает тот, кто первым представит верное решение.*

*В конце каждого тура жюри объявляет баллы, начисленные каждой команде, и при необходимости разбирает задачу.*

### Задачи письменного тура.

1. Тело совершает прямолинейное равнопеременное движение в одном направлении с некоторой начальной скоростью. Каково перемещение тела за 20 с, если его скорость через 10 с после начала движения была равна 5 м/с?
2. Чему равна молярная теплоемкость гелия при изохорическом расширении?
3. Кот открывает дверь с разбега. Как ему следует биться об дверь: лбом (твердым) или телом (мягким)?
4. Встаньте перед плоским зеркалом, закройте левый глаз и наклейте на зеркало бумажку так, чтобы не видеть изображение закрытого глаза. Не меняя положения головы, откройте левый глаз и закройте правый. Будет ли теперь видно изображение закрытого глаза?
5. Какой из перечисленных приборов позволяет найти полную кинетическую энергию поступательного движения всех молекул воздуха в комнате, где вы находитесь? Укажите необходимые измерения и расчеты. Объем комнаты считать известным.
  - а) психрометр;
  - б) барометр;
  - в) анемометр?
6. Мыльный пузырь, надутый гелием, плавает в воздухе. Что больше: масса мыльной оболочки или масса гелия в пузыре?
7. В сосуде с водой плавает тонкостенный стакан. Часть воды из сосуда переливают в стакан, при этом он продолжает плавать. Как изменится при этом уровень воды в сосуде?
8. Какое максимальное число приседаний может совершить человек в очень хорошей физической форме за одну минуту, не используя каких-либо приспособлений?
9. **(Конкурс капитанов)** Конденсатор емкостью  $C_1$ , заряженный до напряжения  $U_1$ , подключается параллельно конденсатору емкостью  $C_2$ , заряженному до напряжения  $U_2$ . При этом выделяется количество теплоты  $Q$ .

Ниже выписано несколько формул для определения  $Q$ . Какие из них неверные?

a)  $Q = \frac{C_1 C_2 (U_1 + U_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$

b)  $Q = \frac{C_1 C_2 (U_1 - U_2)^2}{2C_1 + C_2}$

c)  $Q = \frac{C_1 C_2 (U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$

d)  $Q = \frac{C_1 + C_2 (U_1 - U_2)^2}{2C_1 C_2}$

## Задачи устного тура

10. На массивной диэлектрической плите жестко закреплен упругий проводящий шарик массы  $m$ , несущий заряд  $q$ . Из шарика вертикально вверх торчит тонкая непроводящая спица. По спице без трения может скользить второй такой же шарик, несущий заряд  $q$  того же знака. В начальный момент времени второй шарик находится над первым на высоте  $h$ . Опишите его дальнейшую траекторию. Радиусы шариков  $r \ll h$ .
11. Ваша команда оказалась на поверхности Луны (на солнечной стороне) в 200 км от базовой станции. Вам требуется преодолеть пешком это расстояние максимально быстро. У Вас есть скафандры с запасом кислорода. Ниже приведен список доступного Вам снаряжения. Выберите, что Вы возьмете с собой. Обоснуйте свой выбор.
- а) 20 м веревки;
  - б) парашют;
  - в) карта звездного неба;
  - г) магнитный компас;
  - д) FM-радиостанция, работающая от солнечных батарей.
12. Плоскую стальную пластину погружают плашмя в воду глубокого озера (на небольшую глубину) и отпускают. Оцените, во сколько раз возрастет разность давлений на нижнюю и верхнюю поверхность пластины на большой глубине по сравнению с начальным моментом движения.
13. Оцените расстояние между центрами ближайших светочувствительных элементов Вашего глаза. Оцените также размер изображения человека, находящегося на расстоянии 10 м, на сетчатке.
14. Оцените минимальную температуру, до которой должен нагреться стакан, чтобы в него при остывании оказалась втянута вся вода из тарелки (высота стакана 10 см, площадь —  $20 \text{ см}^2$ , масса воды  $\sim 30 \text{ г}$ .)

## Ответы.

1. 100 м
  2. Изохорического расширения не бывает.
  3. Удар лбом — упругий, телом — неупругий, значит, первый способ эффективнее.
  4. Не виден в силу обратимости хода лучей.
  5. Барометр:  $E_{\text{кин}} = 3/2 pV$ .
  6. Молярная масса гелия 4 г/моль, воздуха - 29 г/моль. Масса гелия составляет порядка 1/7 массы пузыря.
  7. Уровень воды не изменится.
  8. Максимум достигается при движении с ускорением  $\mathbf{a}=\mathbf{g}$  (аналогично скачащему мячу). При глубине приседаний 50 см получим  $T \sim 0.67$  с и  $\mathbf{N} \sim 90$ .
  9. **Конкурс капитанов.** Формула D не подходит по размерности, A – не имеет смысла при равных емкостях, B- нарушена симметрия. Правильный ответ C.
  10. При малых величинах заряда шарик ударится и затем поднимется на ту же высоту. При средних — будет совершать колебания вокруг положения равновесия. При больших — улетит вверх.
  11. Веревка может пригодиться для преодоления неровностей лунной поверхности; парашют может служить как укрытие от солнца; карта звездного неба нужна для ориентирования; магнитный компас бесполезен; FM-радиостанция может обеспечить связь с базовой станцией, но только на близких расстояниях.
  12. Вблизи поверхности воды на неподвижную пластину толщиной  $d$  действует разность давлений  $dP_0 = \rho_v g d$ . На большой глубине пластина движется с постоянной скоростью, значит, разность давлений уравнивает силу тяжести:  $mg = dP_1 S$ , откуда  $dP_1/dP_0 = \rho_{\text{сталь}}/\rho_v \sim 8$ .
  13. Оценим минимальное угловое разрешение глаза:  $\alpha \sim h/L = 10^{-3}$  ( $h=1\text{mm}$ ,  $L=1\text{ m}$ ). Фокусное расстояние глаза  $F$  порядка 2 см. Считая, что угловое разрешение определяется расстоянием между светочувствительными элементами (дифракционный предел вдвое меньше), получим  $x \sim \alpha F = 2 \cdot 10^{-5}$  м.
- При размере предмета 2 м и фокусном расстоянии 2 см размер изображения 4 мм.
14. Из ур-ия Клапейрона и постоянства давления (столбик воды мал) получим  $T = T_0 / (1 - m/\rho_v S h)$ . При  $T_0 = 300$  К получим  $T = 353$  К.