

Шифр:

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2015–2016**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (9 КЛАСС)

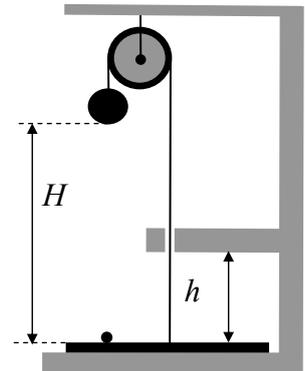
Город, в котором проводится Олимпиада _____

Дата _____

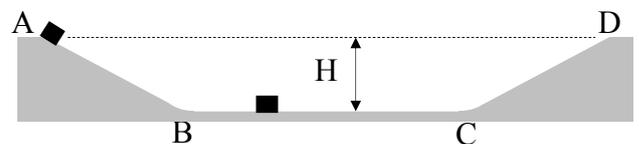
9 класс

ВАРИАНТ № 1

№1. На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1=1,5$ кг. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса на высоте $H=360$ см над диском привязан тяжелый шар массой $m_2=3,5$ кг. Под этим шаром на диске лежит маленький легкий шарик. Трос проходит через отверстие в кронштейне, вмонтированном в стену на высоте $h=50$ см от пола (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения диск ударится о кронштейн? На какую высоту над полом (h^*) подлетит шарик? До какой минимальной высоты над полом (h_{\min}) нужно поднять кронштейн, чтобы маленький шарик смог долетит до большого? Считать, что диск и большой шар мгновенно останавливаются после удара диска о кронштейн.



№2. Бетонный желоб глубиной $H=4$ м имеет в сечении вид равнобедренной трапеции (см. рисунок). Скатывающиеся AB и CD имеют длину $L=8,5$ м каждый, которая ничтожно мала по сравнению с шириной дна BC . Между скатами и дном обеспечены плавные переходы. Маленький ящик массой $m_1=2$ кг устанавливают на краю желоба в точке «А» и отпускают. На дне в центре желоба стоит еще один ящик массой $m_2=1$ кг (см. рисунок). Дно BC и скат CD покрыты льдом и являются гладкими поверхностями. Коэффициент трения между поверхностью AB и ящиками $\mu=1/2$. С какой скоростью (V_0) первый ящик ударится о второй? С какими скоростями (V_1 и, соответственно, V_2) будут двигаться ящики после их абсолютно упругого столкновения? На какую высоту от дна (h_2) поднимется второй ящик по склону CD ? Какой окажется скорость ящиков (V^*) после их второго столкновения, если оно будет абсолютно неупругим?

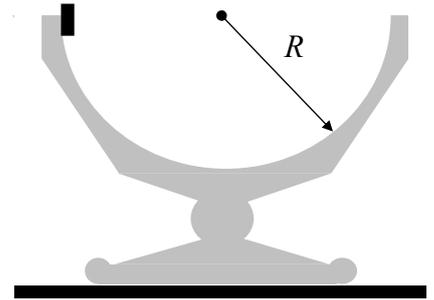


№3. В центре большого гладкого стола стоит стеклянная чаша массой M . Ее внутренняя поверхность представляет собой гладкую полусферу радиусом R . К внутреннему краю чаши плашмя прижимают монету массой m (см. рисунок) и отпускают.

Определить следующие параметры в момент прохождения монетой нижней точки чаши:

- скорость монеты (v) и чаши (V) относительно стола;
- величину смещения чаши (Δx) относительно стола;
- силу давления (N) монеты на чашу.

Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $R = 24$ см, $M = 200$ г, $m = 40$ г. Размерами монеты пренебречь.

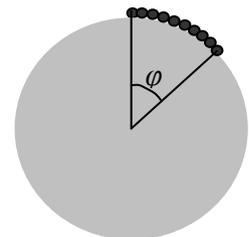


№4. Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол φ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. Какое максимальное число отражений может претерпеть лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол?

№5. Сколько раз в течение часа секундная и минутная стрелки обыкновенных часов со стандартным циферблатом окажутся во взаимно перпендикулярном положении? Изменится ли ответ (и как) для кварцевых часов, у которых стрелки перемещаются скачками?

№6. Ящик с грузом общей массой m нужно тащить по горизонтальному покрытию при помощи веревки. Веревку необходимо использовать простейшим способом, без «хитростей», т.е., привязав к ящику только одним концом, тянуть за другой. Ее нельзя складывать в несколько раз. Какой минимальной прочностью на разрыв (T^*) должна обладать эта веревка, если коэффициент трения между ящиком и покрытием равен μ ? Какую минимальную работу надо совершить, чтобы протащить ящик на расстояние L ? Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $m = 20$ кг, $\mu = 3/4$, $L = 50$ м.

№7. Тонкая тяжелая цепочка одним своим концом закреплена в вершине гладкого сферического купола. Второй ее конец свободен. Таким образом, цепочка свободно облегает купол по его «меридиану», образуя дугу, составляющую центральный угол φ (см. рисунок). Затем закрепленный на куполе конец отпускают. С каким ускорением (a) цепочка начнет соскальзывать с купола, если $\varphi = 60^\circ$?



ОЛИМПИАДА СПБГУ ПО ФИЗИКЕ. ОЧНЫЙ ТУР

Ответы (9-й класс)

ВАРИАНТ № 1

№1 (14 баллов).

$$T=2gm_1m_2/(m_1+m_2)=21Н; \quad t_o=\sqrt{(2h/a)}=0,5с; \quad h^*=h(1+a/g)=70см; \quad h_{min}=Hg/(2g+a)=1,5м.$$

№2 (20 баллов).

$$V_o=\sqrt{(2al)}=\sqrt{5} м/с \approx 2,24 м/с;$$
$$V_1=V_o(m_1-m_2)/(m_1+m_2) \approx 0,75 м/с; \quad V_2=2V_o m_1/(m_1+m_2) \approx 3,0 м/с$$
$$h_2=V_2^2/2g=45 см; \quad V^*=(m_1V_1-m_2V_2)/(m_1+m_2)=-0,5 м/с.$$

№3 (20 баллов).

$$v=[2gRM/(m+M)]^{1/2}=2 м/с; \quad V=vm/M=0,4 м/с; \quad \Delta x=Rm/(m+M)=4см;$$
$$N=m[g+(v+V)^2/R]=mg(2m+3M)/M=1,36Н.$$

№4 (6 баллов).

$$N_{max}=\pi/\varphi$$

№5 (6 баллов)..

$$N=118.$$

№6 (20 баллов).

$$T^*=mg\mu/(1+\mu^2)^{1/2}=120 Н; \quad A=mg\mu L/(1+\mu^2)=4,8 кДж.$$

№7 (14 баллов).

$$a=g(1-\cos \varphi)/\varphi=3g/2\pi$$

Шифр:

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2015–2016**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

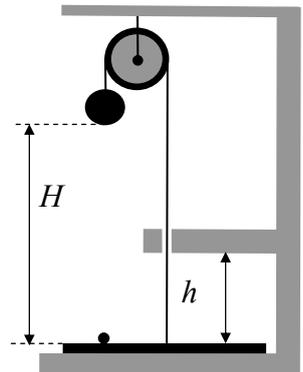
ФИЗИКА (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада _____

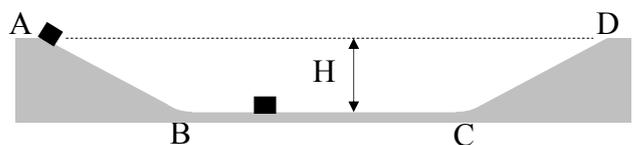
Дата _____

ВАРИАНТ № 2

№1. . На полу лежит тонкий круглый диск массой $m_1=0,4$ кг. К центру диска прикреплен трос, который перекинут через блок, закрепленный на потолке. К другому концу троса на высоте $H = 330$ см над диском привязан тяжелый шар массой $m_2=0,6$ кг. Под этим шаром на диске лежит маленький легкий шарик. Трос проходит через отверстие в кронштейне, вмонтированном в стену на высоте $h = 1$ м от пола (см. рисунок). Каким будет натяжение троса (T) после того, как шар отпустят? Через какое время (t_0) после начала движения диск ударится о кронштейн? На какую высоту над полом (h^*) подлетит шарик? До какой минимальной высоты над полом (h_{\min}) нужно поднять кронштейн, чтобы маленький шарик смог долетит до большого? Считать, что диск и большой шар мгновенно останавливаются после удара диска о кронштейн.



№2. Бетонный желоб глубиной $H=5$ м имеет в сечении вид равнобедренной трапеции (см. рисунок). Скатывающиеся АВ и CD имеют длину $L = 13$ м каждый, которая ничтожно мала по сравнению с шириной дна BC. Между скатами и дном обеспечены плавные переходы. Маленький ящик массой $m_1 = 2$ кг устанавливают на краю желоба в точке «А» и отпускают. На дне в центре желоба стоит еще один ящик массой $m_2 = 1$ кг (см. рисунок). Дно BC и скат CD покрыты льдом и являются гладкими поверхностями. Коэффициент трения между поверхностью АВ и ящиками $\mu = 1/3$. С какой скоростью (V_0) первый ящик ударится о второй? С какими скоростями (V_1 и, соответственно, V_2) будут двигаться ящики после их абсолютно упругого столкновения? На какую высоту от дна (h_2) поднимется второй ящик по склону CD? Какой окажется скорость ящиков (V^*) после их второго столкновения, если оно будет абсолютно неупругим?

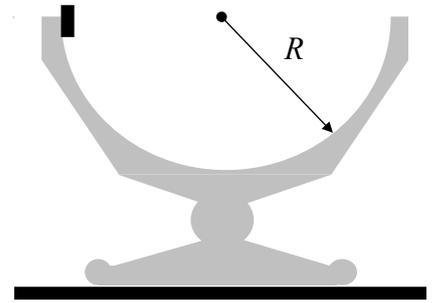


№3. В центре большого гладкого стола стоит стеклянная чаша массой M . Ее внутренняя поверхность представляет собой гладкую полусферу радиусом R . К внутреннему краю чаши плашмя прижимают монету массой m (см. рисунок) и отпускают.

Определить следующие параметры в момент прохождения монетой нижней точки чаши:

- скорость монеты (v) и чаши (V) относительно стола;
- величину смещения чаши (Δx) относительно стола;
- силу давления (N) монеты на чашу.

Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $R = 25$ см, $M = 160$ г, $m = 40$ г. Размерами монеты пренебречь.

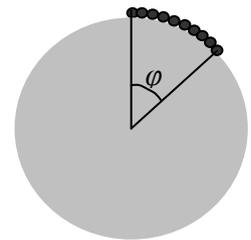


№4. Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол φ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. При какой максимальной величине этого угла (φ_{\max}) лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол, претерпит не более, чем N отражений ?

№5. Сколько раз в течение суток часовая и минутная стрелки обыкновенных часов со стандартным циферблатом окажутся во взаимно перпендикулярном положении? Изменится ли ответ (и как) для кварцевых часов, у которых стрелки перемещаются скачками?

№6. Ящик с грузом общей массой m нужно тащить по горизонтальному покрытию при помощи не очень длинной веревки. Поэтому веревку необходимо использовать наименее сложным способом, т.е., один ее конец привязать к ящику, а за другой тянуть. Ее нельзя складывать в несколько раз. Какой минимальной прочностью на разрыв (T^*) должна обладать эта веревка, если коэффициент трения между ящиком и покрытием равен μ ? Какую минимальную работу надо совершить, чтобы протаскать санки на расстояние L ? Дать ответ в общем виде и отдельно для случая $m = 16,9$ кг, $\mu = 5/12$, $L = 50$ м.

№7. Тонкая тяжелая цепочка одним своим концом закреплена в вершине гладкого сферического купола. Второй ее конец свободен. Таким образом, цепочка свободно облегает купол по его «меридиану», образуя дугу, составляющую центральный угол φ (см. рисунок). Затем закрепленный на куполе конец отпускают. С каким ускорением (a) цепочка начнет соскальзывать с купола, если $\varphi = 45^\circ$?



ОЛИМПИАДА СПБГУ ПО ФИЗИКЕ. ОЧНЫЙ ТУР

Ответы (9-й класс)

ВАРИАНТ № 2

№1 (14 баллов).

$$T=2gm_1m_2/(m_1+m_2)=4,8Н; \quad t_o=\sqrt{(2h/a)}=1с; \quad h^*=h(1+a/g)=120см; \quad h_{min}=Hg/(2g+a)=1,5м.$$

№2 (20 баллов).

$$V_o=\sqrt{(2al)}=\sqrt{20} м/с \approx 4,5 м/с;$$
$$V_1=V_o(m_1-m_2)/(m_1+m_2) \approx 1,5 м/с; \quad V_2=2V_o m_1/(m_1+m_2) \approx 6,0 м/с$$
$$h_2=V_2^2/2g=1,8м; \quad V^*=(m_1V_1-m_2V_2)/(m_1+m_2)=-1 м/с.$$

№3 (20 баллов).

$$v=[2gRM/(m+M)]^{1/2}=2 м/с; \quad V=vm/M=0,5 м/с; \quad \Delta x=Rm/(m+M)=5см;$$
$$N=m[g+(v+V)^2/R]=mg(2m+3M)/M=1,4Н.$$

№4 (6 баллов).

$$\varphi_{max} \geq \pi$$

№5 (6 баллов).

$$N=44.$$

№6 (20 баллов).

$$T^*=mg\mu/(1+\mu^2)^{1/2}=65Н; \quad A=mg\mu L/(1+\mu^2)=3 кДж.$$

№7 (14 баллов).

$$a=g(1-\cos \varphi)/\varphi=2g(2-\sqrt{2})/\pi.$$