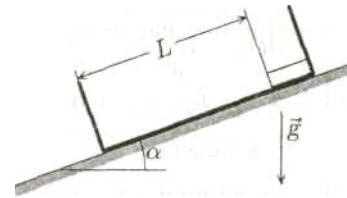
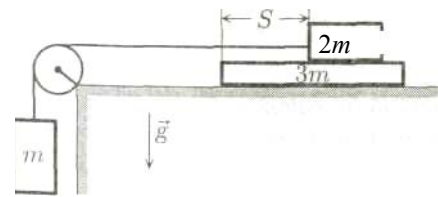


Занятие 2. Динамика и кинематика

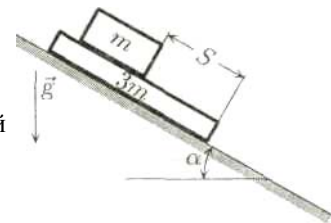
1. Ящик с шайбой удерживают в покое на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ (см. рис.). Ящик и шайбу одновременно отпускают и ящик начинает скользить по наклонной плоскости, а шайба — по дну ящика. Через время $t = 1$ с шайба ударяется о нижнюю стенку ящика. Коэффициент трения скольжения между шайбой и ящиком $\mu_1 = 0,23$, а между ящиком и наклонной плоскостью $\mu_2 = 0,27$. Масса ящика вдвое больше массы шайбы. 1) Определить ускорение шайбы относительно наклонной плоскости при скольжении шайбы по ящику. 2) На каком расстоянии L от нижней стенки ящика находилась шайба до начала движения? (2001, Б. 1)



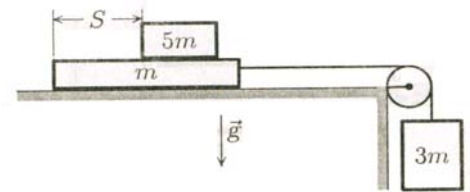
2. Систему из груза массой m , бруска массой $2m$ и доски массой $3m$ удерживают в покое (см. рис.). Брусок находится на расстоянии $S = 49$ см от края доски. Систему отпускают, и брусок движется по доске, а доска — по горизонтальной поверхности стола. Коэффициент трения скольжения между бруском и доской $\mu_1 = 0,35$, а между доской и столом $\mu_2 = 0,10$. 1) Определить ускорение бруска относительно стола при движении бруска по доске. 2) Через какое время брусок достигнет края доски? Считать, что за время опыта доска не достигает блока. (2001, Б. 2)



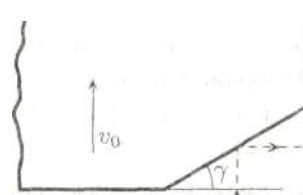
3. Доску с находящимся на ней бруском удерживают в покое на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha = 60^\circ$ (см. рис.). Расстояние от бруска до края доски $S = 49$ см. Доску и брусок одновременно отпускают, и доска начинает скользить по наклонной плоскости, а брусок по доске. Коэффициент трения скольжения между бруском и доской $\mu_1 = 0,30$, а между доской и наклонной плоскостью $\mu_2 = 0,40$. Масса доски в три раза больше массы бруска. 1) Определить ускорение бруска относительно наклонной плоскости при скольжении бруска по доске. 2) Через какое время брусок достигнет края доски? (2001, Б. 3)



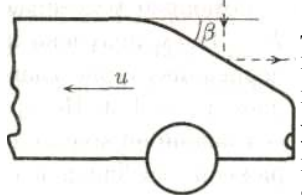
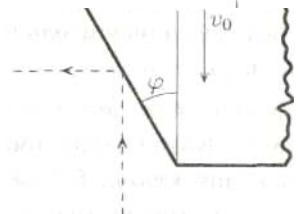
4. Систему из доски массой m , бруска массой $5m$ и груза массой $3m$ удерживают в покое (см. рис.). Затем систему отпускают, и доска движется по горизонтальной поверхности стола, а брусок движется по доске. Через время $t = 1,4$ с брусок достигает края доски, а доска еще не доходит до блока. Коэффициент трения скольжения бруска о доску $\mu_1 = 0,10$, а доски о стол $\mu_2 = 0,30$. 1) Определить ускорение бруска относительно стола при движении бруска по доске. 2) На каком расстоянии от края доски находился брусок до начала движения? Массу нити, блока и трение в оси блока не учитывать. (2001, Б. 4)



5. Массивная плита поднимается вверх с постоянной скоростью. Мяч, брошенный вертикально вверх, нагоняет плиту, ударяется абсолютно упруго о боковую поверхность плиты, наклоненную под углом $\gamma = 30^\circ$ к горизонту, и отскакивает в горизонтальном направлении со скоростью $v_2 = 1,7$ м/с (см. рис.). 1) Найти скорость плиты v_0 . 2) Найти скорость v_1 мяча непосредственно перед ударом. Масса плиты намного больше массы мяча. (2001, Б. 10)

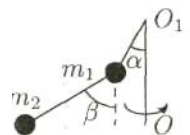


6. Кабина подъемника движется вертикально вниз постоянной скоростью. В боковую стенку кабины, наклоненную под углом $\varphi = 30^\circ$ к вертикали, попадает брошенный вертикально вверх мяч (см. рис.). После абсолютно упругого удара мяч отскакивает в горизонтальном направлении со скоростью $v_2 = 3,4$ м/с. 1) Найти скорость кабины v_0 . 2) Найти скорость мяча v_1 непосредственно перед ударом. Масса кабины намного больше массы мяча. (2001, Б. 12)

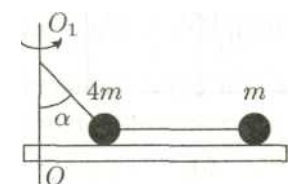


7. Идет град, и автомобиль едет со скоростью $U = 29$ км/час по горизонтальной дороге. Одна из градин ударяется о стекло заднего окна автомобиля, наклоненное под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту, и отскакивает горизонтально в направлении, противоположном движению автомобиля (см. рис.). Считая, что удар градины о стекло абсолютно упругий и что ее скорость непосредственно перед ударом вертикальна, найти скорость градины: 1) до удара, 2) после удара. (2001, Б. 11)

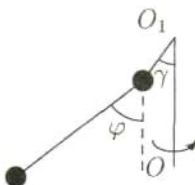
8. Два небольших по размерам шарика связаны нитью и прикреплены к оси OO_1 другой нитью в $\sqrt{3}$ раз меньшей длины. Система вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси OO_1 (см. рис.). Нити составляют углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$ с вертикалью. Найдите отношение масс шариков. (2003, Б. 9)



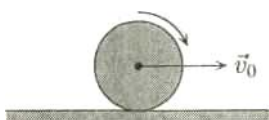
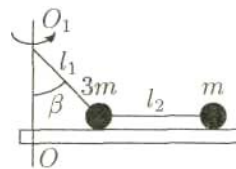
9. Горизонтальная платформа и находящиеся на ней небольшие по размерам шарики с массами m и $4m$ вращаются с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси OO_1 (см. рис.). Нить, прикрепленная к шарiku с массой $4m$ и оси OO_1 , составляет с осью угол α и в два раза короче нити, связывающей шарики. Шарик с массой $4m$ давит на платформу с силой в два раза большей, чем другой шарик. Найдите силу натяжения нити между шариками. Трение между платформой и шариками пренебрежимо мало. (2003, Б. 10)



10. Вокруг вертикальной оси OO_1 вращается с постоянной угловой скоростью система из двух небольших по размерам шариков различной массы (см. рис.). Нить, связывающая шарики, в три раза длиннее нити, прикрепленной к верхнему шарiku и оси вращения. Нити составляют углы γ ($\sin \gamma = 3/5$) и φ ($\sin \varphi = 4/5$) с вертикалью. Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей. (2003, Б. 11)



11. Два небольших по размерам груза с массами $3m$ и m связаны нитью длиной l_2 и прикреплены к оси OO_1 нитью длиной l_1 составляющей угол β с осью OO_1 (см. рис.). Грузы находятся на горизонтальной платформе и вращаются вместе с ней вокруг вертикальной оси OO_1 . При какой постоянной угловой скорости грузы будут давить на платформу с одной и той же силой? Трение между грузами и платформой пренебрежимо мало. (2003, Б. 12)



12. В результате удара шар получил скорость v_0 вдоль горизонтальной поверхности стола и вращение вокруг своего горизонтального диаметра, перпендикулярного скорости (см. рис.). После удара скорость шара уменьшалась в течение времени τ , а затем стала постоянной.

1) Найдите эту постоянную скорость. 2) На каком расстоянии от места удара окажется шар через время 4τ после удара? Коэффициент трения скольжения между поверхностями шара и стола — μ . (2003, Б. 5)

13. Обручу, закрученному вокруг горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно плоскости обруча через его центр, сообщают вдоль горизонтальной поверхности стола скорость v_0 , направленную перпендикулярно оси вращения (см. рис.). Обруч сначала удаляется, а затем из-за трения о стол возвращается к месту начала движения со скоростью $v_1 = v_0/4$, катясь без проскальзывания.

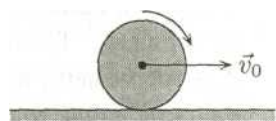


Коэффициент трения скольжения между обручем и столом — μ . (2003, Б. 6)

1) Найдите время движения до места максимального удаления.

2) Через какое время, считая от начала движения, обруч возвратится назад?

14. Шару сообщили ударом скорость v_0 вдоль горизонтальной поверхности стола и вращение вокруг его горизонтального диаметра, перпендикулярного скорости (см. рис.). В результате скорость шара в течение времени t_0 увеличивалась, а затем шар стал двигаться с постоянной скоростью. 1) Найдите эту постоянную скорость. 2) На какое расстояние от места удара удалится шар за время $3t_0$ после удара?



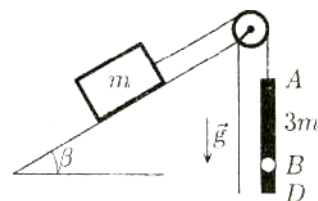
Коэффициент трения скольжения между поверхностями шара и стола — μ . (2003, Б. 7)

15. Обруч, закрученный вокруг горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно плоскости обруча через его центр, бросили вдоль горизонтальной поверхности стола со скоростью v_0 , направленной перпендикулярно оси вращения (см. рис.). Обруч сначала удалялся, а затем из-за трения о стол возвратился к месту броска, катясь без проскальзывания со скоростью $v_1 = v_0/3$. Коэффициент трения скольжения между обручем и столом μ .



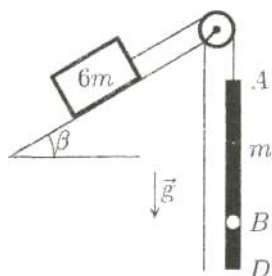
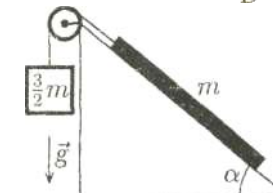
1) На какое максимальное расстояние от места броска удалился обруч? 2) Найдите отношение времени возврата (движения к месту броска) ко времени удаления (движения от места броска). (2003, Б. 8)

16. Брусок массой $m = 0,5$ кг соединен с толстой однородной веревкой массой $3m$ легкой нитью, перекинутой через блок (см. рис.). Коэффициент трения скольжения между бруском и наклонной плоскостью $\mu = 0,4$. Угол наклона наклонной плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$.



1) Найти ускорение веревки. 2) Найти силу натяжения веревки в точке B , для которой $BD = AD/6$. Массой блока и трением в его оси пренебречь. (2002, Б. 11)

17. Однородный канат массой $m = 1$ кг соединен с бруском массой $3m/2$ легкой нитью, перекинутой через блок (см. рис.). Канат находится на наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 0,8$) к горизонту поверхности. Коэффициент трения скольжения между этой поверхностью и канатом $\mu = 0,2$. 1) Найти ускорение каната. 2) Найти силу натяжения каната в его середине. Массой блока и трением в его оси пренебречь. (2002, Б. 10)

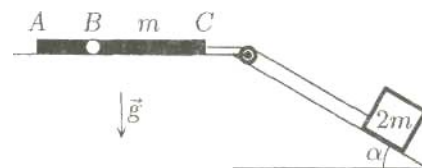


18. Толстая однородная веревка массой $m = 0,3$ кг соединена с бруском массой $6m$ легкой нитью, перекинутой через блок (см. рис.). Коэффициент трения скольжения между бруском и наклонной плоскостью $\mu = 0,1$. Угол наклона наклонной плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$.

1) Найти ускорение бруска.

2) Найти силу натяжения веревки в точке B , для которой $BD = AD/4$. Массой блока и трением в его оси пренебречь. (2002, Б. 9)

19. Однородный канат массой $m = 3$ кг соединен с бруском массой $2m$ легкой нитью, перекинутой через блок (см. рис.). Канат находится на горизонтальной поверхности, а брусок — на наклоненной под углом α ($\sin \alpha = 0,6$) к горизонту поверхности. Коэффициент трения скольжения каната и бруска о соответствующие поверхности $\mu = 0,3$.



1) Найти ускорение бруска.

2) Найти силу натяжения каната в точке B , для которой $AB = AC/3$. Массой блока и трением в его оси пренебречь. (2002, Б. 12)

Ответы

1. $a_1 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \approx 2,9 \text{ м/с}^2$. $L = (3/4\mu_2 - \mu_1)gt^2 \cos \alpha = 25 \text{ см}$
2. $a_1 = g(1 - 2\mu_1)/3 = g/10 \approx 0,98 \text{ м/с}^2$. $t = (6S/(1 - 4\mu_1 + 5\mu_2)g)^{1/2} = \sqrt{3} \text{ с}$.
3. $a_1 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \approx 7 \text{ м/с}^2$. $t = \sqrt{\frac{3S}{2(\mu_2 - \mu_1)g \cos \alpha}} \approx 1,2 \text{ с}$
4. $a_1 = \mu_1 g = 0,98 \text{ м/с}^2$; $S = \frac{3}{4}(1 - 3\mu_1 - 2\mu_2)gt^2 \approx 72 \text{ см}$
5. $v_0 = v_2/\text{tg } 2\gamma = 1 \text{ м/с}$; $v_1 = v_2/\text{tg } \gamma = 3 \text{ м/с}$.
6. $v_0 = \frac{v_2}{\sqrt{3}} = 2 \text{ м/с}$; $v_1 = v_2 \text{tg } \varphi = \frac{v_2}{\sqrt{3}} \approx 2 \text{ м/с}$
7. $v_1 = u\sqrt{3} \approx 14 \text{ м/с}$; $v_2 = u\left(\frac{1}{\cos 2\beta} - 1\right) = u \approx 8 \text{ м/с}$
8. $m_2/m_1 = 1/8$
9. $T = \frac{2\text{tg}\alpha(\sin \alpha + 2)}{5\sin \alpha + 2}mg$
10. $F_1/F_2 = 48/29$
11. $\omega = \sqrt{\frac{2g\text{tg}\beta}{4l_1 \sin \beta + l_2}}$
12. $v = v_0 - \mu g\tau$; $S = 4v_0\tau - (7/2)\mu g\tau^2$
13. $t_1 = v_0/\mu g$; $t_2 = 25v_0/(8\mu g)$
14. $v = v_0 + \mu g t_0$; $S = 3v_0 t_0 + (5/2)\mu g t_0^2$
15. $S_{\max} = v_0^2/(2\mu g)$; $t_2/t_1 = (v_1^2 + v_0^2)/(2v_1 v_0) = 5/3$
16. $a = \frac{5 - \sqrt{3}\mu}{8}g \approx 0,54g \approx 5,3 \text{ м/с}^2$; $T = \frac{mg}{16}(3 + \sqrt{3}\mu) \approx 0,23mg \approx 1,1 \text{ Н}$
17. $a = \frac{1,8 - 1,6\mu}{5}g \approx 0,3g \approx 2,9 \text{ м/с}^2$; $T = 0,3mg(1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 5,2 \text{ Н}$
18. $a = \frac{2 - 3\sqrt{3}\mu}{7}g \approx 0,21g \approx 2,1 \text{ м/с}^2$; $T = \frac{3mg}{28}(3 - \sqrt{3}\mu) \approx 0,3mg \approx 0,89 \text{ Н}$
19. $a = \frac{1,2 - 2,6\mu}{3}g \approx 0,14g \approx 1,4 \text{ м/с}^2$; $T = \frac{2}{9}mg(\sin \alpha + \mu(1 - \cos \alpha)) \approx 4,3 \text{ Н}$