Конкурсні задачі з фізики

Механіка

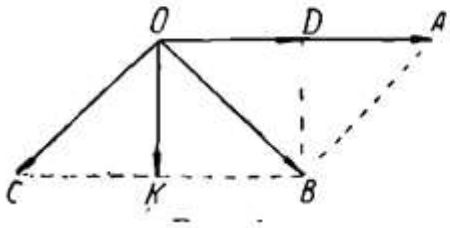
Кінематика

Задача 1

Два тіла рухаються рівномірно назустріч одне одному і віддаль між ними зменшується на $s = 16$ *м* за кожні $t = 10$ *сек*. Якщо ці тіла з такими ж за величиною швидкостями будуть рухатися в одному напрямі, то віддаль між ними збільшуватиметься на $s_1 = 3$ *м* за кожні $t_1 = 5$ *сек*. З якою швидкістю рухається кожне з цих тіл?

Задача 2

Поїзд рухається в східному напрямі з швидкістю 27 *км/год* і пасажирові, який сидить біля вікна вагона, здається, що вітер дме з півночі. Зберігаючи попередній напрям руху, поїзд збільшує швидкість до 54 *км/год*, і пасажирові вже здається, що вітер дме з північного сходу.



Визначити справжній напрям вітру і його швидкість.

Задача 3

Одне тіло кидають вертикально вгору з висоти H з початковою швидкістю v_0. Одночасно з початком руху першого тіла з землі кидають вгору друге тіло з початковою швидкістю v_0. Через який час тіла зустрінуться?

Задача 4

Куля, що падає з вершини башти, вже пролетіла l *м*, коли друга куля почала падати з точки, розташованої на h *м* нижче вершини. Довести, що коли обидві кулі досягають поверхні землі одночасно, то висота башти становить

$$H = \frac{(l + h)^2}{4l} \text{ м}.$$

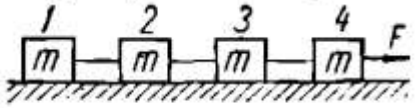
Задача 5

На яку максимальну відстань s можна кинути м'яч в спортивному залі висотою $H = 8$ *м*, якщо м'яч має початкову швидкість $v_0 = 20$ *м/сек*? Який кут φ з підлогою залу повинен в цьому випадку становити вектор початкової швидкості м'яча? Вважати, що висота початкової точки траєкторії м'яча над підлогою мала у порівнянні з висотою залу. М'яч під час польоту не повинен ударятися об стелю. Опором повітря польотові м'яча нехтувати.

Динаміка поступального руху

Задача 6

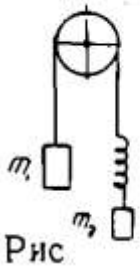
На гладенькій горизонтальній площині лежать чотири зв'язаних ниткою тіла з однаковими масами m (рис). На четверте тіло діє сила F, напрямлена горизонтально. Знайти прискорення, з яким рухатиметься система цих тіл, і натяг всіх ниток. Тертя не враховувати.



Рис

Задача 7

Дано систему (рис), що складається з мас $m_1 = 50г$ і $m_2 = 30$ *г*, легкої пружинки та нерозтяжної і невагомої нитки. Система розглядається після загасання коливань пружини.



Рис

Яким є рух цієї системи? Яка довжина пружини під час руху, якщо ненавантажена пружина має довжину 10 *см*, а під дією сили 0,1 *н* видовжується на 2 *см*?

При розв'язуванні цієї задачі не брати до уваги масу пружини, блока і його тертя.

Задача 8

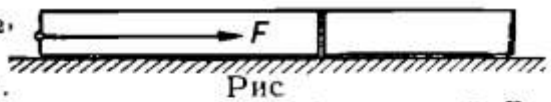
Кошеня, що йде по підлозі, підстрибує і хапається за вертикальну жердину, підвішену за допомогою нитки до стелі. В цей момент нитка рветься. З яким прискоренням падає жердина, якщо кошеня піднімається по жердині так, що весь час знаходиться на одній і тій же висоті від підлоги? Маса кошеняти m, маса жердини M.

Задача 9

Два зв'язані один з одним ниткою тягарі рухаються вниз з прискоренням, вдвоє більшим за прискорення вільного падіння. У скільки разів натяг $F_н$ нитки, за яку тягнуть обидва тягарі, більший від натягу $F'_н$ нитки, яка зв'язує тягарі? Маса нижнього тягаря в три рази більша від маси верхнього тягаря.

Задача 10

Розглянемо два бруски масами m_1 і m_2, що рухаються під дією сили F по горизонтальній площині без тертя (рис).



Рис

Сила F прикладена до бруска A і через нього передається брускові B. За третім законом механіки брусок B повинен з такою ж за величиною і протилежно напрямленою силою $(-F)$ діяти на брусок A. Якщо нехтувати тертям, то результуюча сила, що діє на брусок A, дорівнюватиме сумі прикладеної сили F і сили реакції $(-F)$ бруска B. Таким чином,

$$F_{рез} = F + (-F) = 0 \text{ і } a = \frac{F_{рез}}{m} = 0.$$

Звідси випливає, що яку б велику силу ми не прикладали до бруска A, ми ніколи не зрушимо його з місця. Знайти помилку в міркуваннях.

Закон всесвітнього тяжіння

Задача 11

Визначити період обертання T Місяця навколо Землі, знаючи прискорення сили земного тяжіння на полюсах $g_0 = 9{,}83\ м/сек^2$, радіус Землі $R_З = 6370\ км$ і віддаль від Землі до Місяця $R = 3{,}84 \times 10^8\ м$.

Задача 12

Найбільше віддалення від поверхні Землі першого штучного супутника Землі становило 947 *км*. Яку швидкість повинен мати супутник на цій висоті, щоб утримуватися на коловій орбіті? Радіус Землі $r = 6370\ км$.

Задача 13

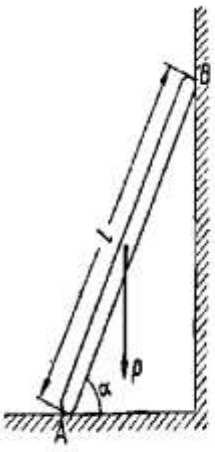
Обчислити прискорення сили тяжіння g_1 на астероїді діаметром $d = 30\ км$, вважаючи, що середня густина речовини астероїда така ж, як і Землі. Діаметр Землі прийняти $D = 12\,800\ км$.

Задача 14

Знайти зміну прискорення сили тяжіння при опусканні тіла під поверхнею Землі на глибину h. На якій глибині прискорення сили тяжіння становить 0,3 від прискорення сили тяжіння на поверхні Землі? Густину Землі вважати постійною. З боку шару, що лежить вище тіла, тіло не зазнає притягання.

Статика

Задача 15

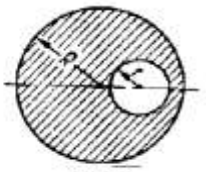


Рис

Щит AB довжиною $l = 3\ м$ і вагою $P = 500\ н$ приставлений до стіни (рис). Коефіцієнт тертя ковзання між щитом і підлогою $k = 0{,}4$, а між щитом і стіною $k_1 = 0{,}5$. Визначити найменший кут α, при якому щит зберігає рівновагу, а також силу тиску на підлогу і стіну.

Задача 16

Визначити положення центра ваги однорідного диска радіусом R, з якого вирізаний отвір радіусом r (рис.). Центр вирізу знаходиться від центра диска на відстані $\frac{1}{2}R$.



Рис

Задача 17

На похилій площині лежить дерев'яний брусок. Щоб цей брусок не ковзав по площині, а перебував у рівновазі, до нього прикладена сила, що утворює з похилою площиною кут 90°. Яка мінімальна величина цієї сили?

Задача 18

Якої максимальної довжини місток можна побудувати з п'яти брусочків доміно способом, показаним на рис ?

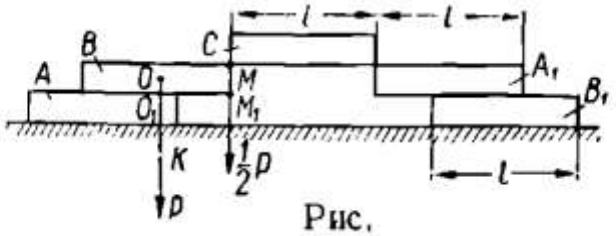


Рис.

Робота та енергія

Задача 19

Автомобіль рухається під гору з незначним підйомом з постійною швидкістю $v_1 = 3$ *м/сек*; якщо він рухається в зворотному напрямі, тобто згори, то при тій же потужності двигуна встановлюється швидкість $v_2 = 7$ *м/сек*. Яка швидкість v_0 встановиться при тій же потужності двигуна під час руху по горизонтальному шляху?

При вказаних швидкостях приймаємо, що сила тяги не залежить від швидкості.

Задача 20

Під час маневрування на станції паровоз надав вагонові масою 40 000 *кг* швидкості 5 *м/сек*. Вагон, пройшовши певний шлях, ударився буферами об буфери загальмованого вагона. Пружини кожного буфера стиснулися на 10 *см*. Який шлях пройшов вагон від моменту надання йому швидкості до зіткнення з нерухомим вагоном, якщо відомо, що пружини стискаються на 1 *см* на кожні 49 000 *н*, а коефіцієнт опору при русі вагона по рейках становить 0,01 ?

Задача 21

До нижнього кінця пружини, підвішеної вертикально, приєднана друга пружина, до кінця якої прикріплений тягар. Коефіцієнти пружності пружин становлять відповідно k_1 і k_2. Нехтуючи вагою пружин порівняно з вагою тягаря, знайти відношення потенціальних енергій цих пружин.

Рис.

Задача 22

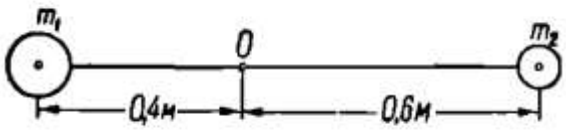
Тепловоз потужністю $N = 1800$ *квт* тягне поїзд масою $m = 2000$ *т*. Коефіцієнт опору $k = 0{,}005$. Яка буде максимальна швидкість поїзда? З яким прискоренням рухається поїзд в моменти часу, коли його швидкість становить $v_1 = 4$ *м/сек* і $v_2 = 12$ *м/сек*?

Задача 23

Тягар вагою $P = 10^3$ *н* прив'язаний до кінця вірьовки, намотаної на лебідку. Вантаж і лебідка знаходяться на деякій висоті. Тягар починає падати, причому вірьовка натягується, коли тягар пролетів $h = 12$ *м*. Після цього починає з тертям розкручуватися лебідка. Яку мінімальну довжину вірьовки довелося витравити до повної зупинки тягаря, якщо міцність вірьовки 1800 *н*?

Задача 24

Невагомий стержень, довжина якого дорівнює 1 *м*, може обертатися навколо нерухомої точки *O* (рис.). На кінцях стержня закріплено два тягарі масами $m_1 = 6$ *кг* і $m_2 = 3$*кг*. В початковий момент часу стержень розміщений горизонтально. Потім кінець стержня, на якому закріплено тягар m_1, починає опускатися. Яку швидкість матиме тягар в найнижчому положенні?



Рис

Задача 25

З гвинтівки зроблено в горизонтальному напрямі два постріли в щит, що знаходиться на відстані $s = 50$ *м*. Після першого пострілу перед дулом гвинтівки поставили дошку. Друга куля, пробивши дошку, і потрапила в щит на $d = 0{,}5$ *м* нижче першої. Яка робота виконана кулею при пробиванні дошки, якщо початкова швидкість кулі $v_1 = 300$ *м/сек*? Маса кулі 5 *г*.

Механічні коливання

Задача 26

Візок, на якому закріплений маятник з періодом коливань $T = 0{,}5$ *сек*, скочується по похилій площині, а потім їде по горизонтальній ділянці шляху (рис). Похила площина утворює з горизонталлю кут 45°. Який буде період коливань маятника, коли: *а*) візок скочується по похилій площині; *б*) їде по горизонтальній ділянці шляху? Тертя не враховувати.

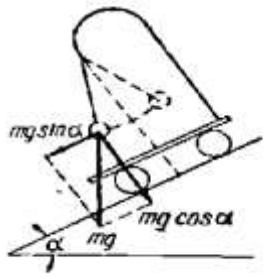


Рис.

Задача 27

Яку довжину має підвіс маятника Фуко, якщо уявити собі, що маятник встановлений на планеті, густина якої дорівнює густині Землі, а радіус в два рази менший? Маятник здійснює три коливання на хвилину.

Задача 28

Визначити прискорення сили тяжіння в тому місці земної поверхні, в якому довжина секундного маятника буде 0,995 *м*.

Механіка рідин і газів

Задача 29

В посудину налита ртуть і зверху неї олія. Опущена в посудину куля плаває так, що якраз наполовину занурена у ртуть. Визначити густину матеріалу кулі. Густина ртуті $\varrho_1 = 13\,600$ *кг/м*^{3}, олії $\varrho_2 = 900$ *кг/м*^{3}.

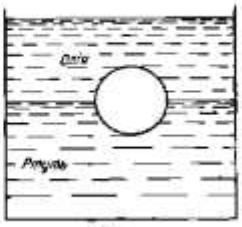


Рис.

Задача 30

Конус плаває в рідині вершиною вниз, причому так, що його вісь вертикальна. Довести, що коли конус занурюється в рідину до половини висоти, то густина рідини в 8 раз більша за густину речовини конуса.