

9 сынып

Есеп 1. «Қоспа» (10,0 ұпай)

Бұл есеп бір-бірінен тәуелсіз үш бөлімнен тұрады.

Бөлім 1.1 (3,0 ұпай)

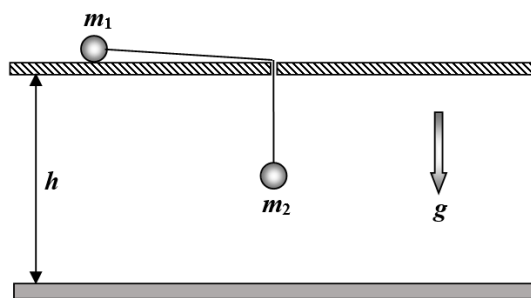
1-ші бөлшек өз қозғалысын, модулі мен бағыты бойынша тұрақты u жылдамдықпен координаттар басынан, x осінің бағытымен α сүйір бұрыш жасайтын түзу бойымен бастайды. Дәл сол нүктеден 1-ші бөлшекпен бірізгілікте x осінің оң бағытының бойымен тұрақты v жылдамдықпен 2-ші бөлшек қозғала бастайды. Қандай-да бір Δt уақыт өткеннен кейін 2-ші бөлшек өзінің қозғалысын өзгертіп, $w < u$ тұрақты жылдамдықпен қандай-да бір басқа түзудің бойымен қозғалып, қандай-да бір нүктеде 1-ші бөлшекпен кездеседі.

а) $u = w = 10$ м/с, ал бұрыш $\alpha = 40^\circ$ болсын. 2-ші бөлшектің қандай $v = v_{min}$ минимальды бастапқы жылдамдығының мәнінде жоғарыда сипатталған жағдайдың орын алуы мүмкін?

б) $w = 5$ м/с, $u = 10$ м/с және $v = 20$ м/с болсын. Бұрыштың α қандай мәндерінде жоғарыда сипатталған жағдайдың орын алуы мүмкін?

Бөлім 1.2 (4,0 ұпай)

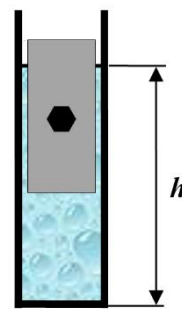
Массасы m_2 болатын 2-ші шарикке салмақсыз созылмайтын жіп арқылы байланған массасы m_1 болатын 1-ші шарик, тегіс горизонталь жазықтық бойымен сырғи алады. Жіп, 1-ші шарик барлық уақытта жазықтықта қалатындай, ал 2-ші шарик вертикаль орын ауыстыра алатындай, жазықтықтағы кішкентай тесік арқылы өтеді. Жіптің ұзындығының l екені, және де тесігі бар горизонталь жазықтықтан h қашықтықта басқа горизонталь жазықтық орналасқаны белгілі. Бастапқы уақытта жіптің барлығы дерлік жоғарғы жазықтықта орналасқан және тартылған, ал екі шарик те тыныштықта тұр. Ауырлық күшінің әсерінен барлық жүйе қозғала бастайды және 2-ші шариктің астыңғы жазықтықпен бірінші рет абсолют серпімді соқтығысының нәтижесінде, жіп қайтадан тартылып екі шариктің де жылдамдықтарын нольге дейін азайтатындай уақыт мезеті орнайды. Шариктердің массаларының m_1/m_2 қатынасын табыңыз.



Шариктердің массаларының m_1/m_2 қатынасын табыңыз.

Бөлім 1.3 (3,0 ұпай)

Көлденең қимасының ауданы $S = 100$ см² болатын цилиндрлік ыдысқа, бағанының биіктігі $h_0 = 15,00$ см болатындай температурасы 0°C су құйылады. Ыдысқа, ішінде температурасы мұздың температурасымен бірдей пайдалы қазба қатырылған мұздың қырланған цилиндрлік үлгісін салады. Осы кезде су бағанының биіктігі көтеріліп, $h_1 = 20,00$ см биіктікті құрайды. Ыдысты лезде калориметрге салып, су бағанының биіктігін өлшей отырып, тұрақты қуатпен қыздыра бастайды. Уақыттың $t_1 = 18$ м. 36 с. мезетіне дейін су биіктігі h_1 болып қалған, одан кейін су деңгейі төмендей бастап, $t_2 = 40$ м. 00 с. уақыт мезетінде $h_2 = 19,80$ см биіктікті құраған, және де осыдан кейін өзгермеген. Судың $\rho_w = 1000$ кг/м³ және мұздың $\rho_i = 917$ кг/м³ тығыздықтарын белгілі деп есептеп, мұздың ішіне қатырылған пайдалы қазбаның ρ_x тығыздығын анықтаңыз. Жылулық шығындар мен сыртқы ортамен жылуалмасуды ескермеуге болады.



Есеп 2. Тыңшы спутник (10,0 ұпай)

Заманауи жабдықталған әскер, Жер бетінде болып жатқан жайттар жөнінде ақпараттар алу үшін спутниктарды кеңінен қолданады. Біз бұл есепте геостационарлы спутникті ұшырумен және оның Жер бетінен тыс бақылауларымен байланысты бірқатар сұрақтарды қарастырамыз. Егер спутниктің дөңгелек орбитасы, ол барлық уақытта Жер экваторының бір нүктесінің үстінде ілініп тұратындай болса, онда спутник геостационарлы деп аталады. Жер бетіндегі еркін түсу үдеуін $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ және Жер радиусын $R = 6400 \text{ км}$ белгілі деп есептеңіз.

2.1 Спутниктің орбита бойымен айналуының T_0 периоды неге тең?

2.2 Спутник орбитасының R_0 радиусын есептеңіз.

2.3 Спутниктің орбитадағы v_0 қозғалыс жылдамдығын есептеңіз.

m_0 –спутниктің жанармаймен бірге алғандағы бастапқы массасы, ал m – спутниктің орбитадағы массасы, пайдалы масса. Массалардағы айырым, спутникті ұшыру үшін зымыран жағатын жанармаймен байланысты.

2.4 Жанармай, Жер бетінің маңында орбитаның бастапқы телімінде жанып кетеді деп есептеп, спутникті ұшыру үшін жұмсалатын A минимальды жұмысты табыңыз.

Массасы $m = 1,0 \text{ т}$ спутникті ұшыру үшін, жанармайдың меншікті жану жылуы $q = 100 \text{ МДж/кг}$, ал ПӘК-і $\eta = 0,3$ болатын қозғалтқыш қолданылады.

2.5 Кемнің m_0 минимальды бастапқы массасын есептеңіз.

Зымыранның нақты бастапқы массасы әлдеқайда көп болуы тиіс, өйткені реактивті қозғалтқыштағы энергияның бір бөлігі жанармайға потенциалдық және кинетикалық энергия беруге шығындалады. Зымыран қозғалтқышында жанармай $\mu = 55,0 \text{ т/с}$ жылдамдықпен шығындалатын болсын делік, осы кезде соплолардан шығатын плазманың тығыздығының мәні $\rho = 2,5 \text{ мг/см}^3$, ал барлық соплолардың жалпы көлденең қимасы $S = 10 \text{ м}^2$ тең.

2.6 Осы мәліметтер арқылы u жанармайдың зымыран соплоларынан шығу жылдамдығын есептеңіз.

Қарапайым жағдайда, осындай зымыранның ғарышта Жердің немесе басқа да аспан денелерінің әсері жоқ кездегі қозғалысын қарастырайық. Біз зымыранның екпінін келесі түрде арттырамыз: қандай-да бір уақыт мезетінде зымыранның массасы m , ал оның жылдамдығы v болсын; уақыттың келесі бір мезетінде массасы $\delta \cdot m$ жанармай бөлігі зымыранға қатысты, оның қозғалысына қарсы бағытта шығарылады.

2.7 Массасы $m = 1,0 \text{ т}$ спутникті нольдік жылдамдықтан 2.3 пунктте табылған v_0 жылдамдыққа дейін үдету қажет. Жоғарыда 2.6 пункттегі жанармайдың u шығарылу жылдамдығын белгілі деп есептеп, және де $\delta = 6,54 \cdot 10^{-2}$ екенін ескеріп, зымыранның жанармаймен бірге алғандағы M бастапқы массасын есептеңіз.

Жоғарыдағы 2.1-2.3 пункттерде қарастырылған геостационар спутникке фотоаппарат орнатқан. Фотоаппарат объективіндегі жинағыш линзаның көмегімен кескінді цифрлық матрицаға фокустайды, оның күйі линзаға қатысты белгіленген, ал пиксель өлшемі $a = 10 \text{ нм}$. Бұл ажыратылатын бөлшектер кескінінің минимальды өлшемі болып табылады. Фотоаппарат линзасының фокустық арақашықтығы $F = 1,0 \text{ м}$.

2.8 Фотоаппарат өзінен $d_1 = 30 \text{ м}$ -ден $d_2 = 60 \text{ м}$ -ге дейін қашықтықта орналасқан денелердің айқын кескінін береді. Бұл айқындылық шекарасының жақын және алыс арақашықтықтары деп аталады. Жер бетінің фотокескінін алу үшін фотоаппарат диафрагмамен қамтылған. Диафрагма арқылы фотоаппарат объективінің диаметрін азайта отырып, айқындылық шекарасының жақын және алыс мәндерін өзгертуге болады. Айқындылықтың алыс шекарасы d'_2 шексіздікке кету үшін, фотоаппарат линзасын диафрагмалаудан кейінгі айқындылықтың жаңа жақын шекарасы d'_1 қандай болуы тиіс?

2.9 Фотоаппарат тіркей алатын, Жер бетіндегі денелердің l минимальды өлшемін табыңыз.

9 класс

Задача 1. «Солянка» (10,0 баллов)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1.1 (3,0 балла)

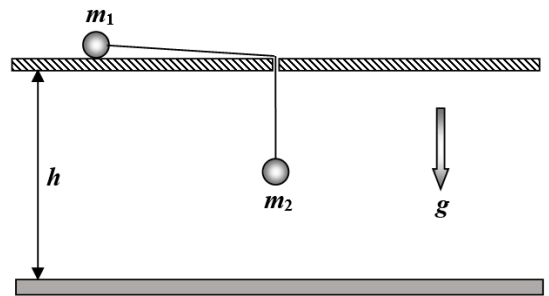
Частица 1 начинает движение с постоянной по модулю и направлению скоростью u из начала координат по прямой, составляющей острый угол α с направлением оси x . Одновременно с ней из той же точки вдоль положительного направления оси x начинает двигаться частица 2 с постоянной скоростью v . Спустя некоторое время Δt частица 2 меняет свое движение так, что она движется вдоль некоторой другой прямой с постоянной скоростью $w < u$ и в некоторой точке встречается с частицей 1.

а) Пусть $u = w = 10$ м/с, а угол $\alpha = 40^\circ$. При какой минимальной начальной скорости $v = v_{min}$ частицы 2 возможна описанная выше ситуация?

б) Пусть $w = 5$ м/с, $u = 10$ м/с и $v = 20$ м/с. При каких углах α возможна описанная выше ситуация?

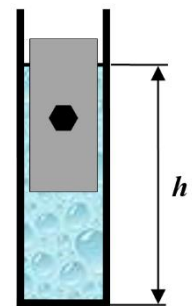
Часть 1.2 (4,0 балла)

По гладкой горизонтальной плоскости может скользить шарик 1 массой m_1 , связанный невесомой нерастяжимой нитью с другим шариком 2 массой m_2 . Нитка проходит через маленькое отверстие в плоскости так, что шарик 1 все время остается на плоскости, а шарик 2 может перемещаться вертикально. Известно, что длина нитки равна l , а под горизонтальной плоскостью с отверстием на расстоянии h от нее расположена другая горизонтальная плоскость. В начальный момент практически вся нитка находится на верхней плоскости и натянута, а оба шарика покоятся. Под действием силы тяжести система приходит в движение и после первого абсолютно упругого удара шарика 2 о нижнюю плоскость наступает такой момент времени, когда нитка вновь натягивается и гасит скорости обоих шариков до нуля. Найдите отношение масс шариков m_1/m_2 .



Часть 1.3 (3,0 балла)

В цилиндрический сосуд площадью поперечного сечения $S = 100$ см² налили воду при температуре 0°C так, что высота ее столба составила $h_0 = 15,00$ см. В сосуд погрузили выточенный цилиндрический образец льда с замороженным внутри полезным ископаемым при той же температуре. При этом оказалось, что высота столба воды поднялась и составила $h_1 = 20,00$ см. Сосуд сразу погружают в калориметр и начинают нагревать с постоянной мощностью, измеряя высоту столба воды. Оказалось, что до момента времени $t_1 = 18$ м. 36 с. высота воды оставалась равной h_1 , затем уровень воды начал снижаться и составил $h_2 = 19,80$ см в момент времени $t_2 = 40$ м. 00 с. и после этого не менялся. Считая известными плотности воды $\rho_w = 1000$ кг/м³ и льда $\rho_l = 917$ кг/м³, определите плотность ρ_x замороженного в лед полезного ископаемого. Тепловыми потерями и теплообменом с окружающей средой пренебречь.



Задача 2. Шпионский спутник (10,0 баллов)

Современная оснащенная армия широко использует спутники для получения информации о том, что происходит на поверхности Земли. В данной задаче мы рассмотрим некоторые вопросы, связанные с запуском геостационарного спутника и его наблюдением за поверхностью Земли. Спутник называется геостационарным, если его круговая орбита такова, что он все время висит над одной и той же точкой экватора Земли. Считайте известными ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ и радиус Земли $R = 6400 \text{ км}$.

2.1 Чему равен период обращения спутника по орбите T_0 ?

2.2 Рассчитайте радиус орбиты спутника R_0 .

2.3 Рассчитайте скорость движения спутника на орбите v_0 .

Пусть m_0 – начальная масса спутника вместе с топливом, а m – масса спутника на орбите, называемая полезной. Эта разница в массах обусловлена топливом, которое сжигается ракетой для запуска спутника.

2.4 Считая, что топливо сгорает на начальном участке орбиты вблизи поверхности Земли, найдите минимальную работу A , которую нужно совершить, чтобы запустить спутник.

Для запуска спутника массой $m = 1,0 \text{ т}$ используется двигатель, в котором удельная теплота сгорания топлива равна $q = 100 \text{ МДж/кг}$, а КПД составляет $\eta = 0,3$.

2.5 Рассчитайте минимальную начальную массу корабля m_0 .

Реальная стартовая масса ракеты должна быть гораздо больше, так как часть энергии в реактивном двигателе тратится на сообщение потенциальной и кинетической энергии топливу. Пусть в ракетном двигателе топливо расходуется со скоростью $\mu = 55,0 \text{ т/с}$, при этом плотность истекающей из сопел плазмы составляет $\rho = 2,5 \text{ мг/см}^3$, а общее сечение всех сопел равно $S = 10 \text{ м}^2$.

2.6 Рассчитайте по этим данным скорость истечения топлива u из сопел ракеты.

Для простоты рассмотрим движение такой ракеты в космосе в отсутствие влияния Земли или других небесных тел. Будем осуществлять разгон нашей ракеты следующим образом: пусть в некоторый момент времени масса ракеты равна m , а ее скорость равна v ; в следующий момент времени часть топлива массой δm выбрасывается со скоростью u относительно ракеты в направлении, противоположном ее движению.

2.7 Спутник массой $m = 1,0 \text{ т}$ необходимо разогнать от нулевой скорости до скорости v_0 , найденной в 2.3. Считая скорость истечения топлива u известной из 2.6 и принимая $\delta = 6,54 \cdot 10^{-2}$, рассчитайте начальную массу ракеты с топливом M .

На геостационарный спутник, рассмотренный в 2.1-2.3, установили фотоаппарат. Фотоаппарат с помощью собирающей линзы объектива фокусирует изображение на цифровую матрицу, положение которой относительно линзы фиксировано, а размер пикселя составляет $a = 10 \text{ нм}$. Это есть минимальный размер различимых деталей изображения. Фокусное расстояние линзы фотоаппарата равно $F = 1,0 \text{ м}$.

2.8 Оказалось, что фотоаппарат дает резкие изображения предметов, расположенные от него на расстояниях от $d_1 = 30 \text{ м}$ до $d_2 = 60 \text{ м}$. Эти расстояния называются ближней и дальней границей резкости. Но так как надо делать фотоснимки поверхности Земли, то для фотоаппарата предусмотрели диафрагму, с помощью которой можно уменьшить диаметр объектива фотоаппарата и, тем самым, изменить ближнюю и дальнюю границы резкости. Какой должна быть новая ближняя граница d'_1 после задиафрагмирования линзы фотоаппарата, чтобы дальняя граница резкости d'_2 ушла на бесконечность.

2.9 Найдите минимальный размер l предметов на Земле, которые может фиксировать фотоаппарат.

Сайыстың ұзақтығы 2 сағат/Продолжительность тура 2 часа.