ИЗУМРУД СТУДЕНТ

3101949187162

Титульный лист

Направление
- [x] Естественные науки
- [ ] Математика и информатика
- [ ] Экономика и управление
- [ ] Инженерные науки
- [ ] Социальные и гуманитарные науки

Вариативный блок [ ] 1 [x] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5

Курс [ ] 1 [ ] 2 [ ] 3 [x] 4 [ ] 5 [ ] отсутствует

Фамилия А Л Е К С А Н Д Р О В

Имя Г Л Е Б

Отчество О Л Е Г О В И Ч

Дата рождения 2 0 0 3 2 0 0 3

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория 4 3 8

Телефон 8 9 8 2 6 3 4 1 7 8 6

Дата 0 2 0 2 2 0 2 5 **Подпись**

Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ИЗУМРУД СТУДЕНТ

3101949187162

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление
- [x] Естественные науки
- [ ] Инженерные науки
- [ ] Математика и информатика
- [ ] Социальные и гуманитарные науки
- [ ] Экономика и управление

Вариативный блок [ ] 1 [x] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5

Курс [ ] 1 [ ] 2 [ ] 3 [x] 4 [ ] 5 [ ] отсутствует

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Заполняется организаторами

Количество доп листов 1 Количество черновиков к проверке

Время выхода с до

Протокол проверки
Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	50	45								
Балл члена жюри №2	50	45								

Итоговый балл 95

Подпись члена жюри №1

Подпись члена жюри №2

Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф

Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Инвариативная часть

Дано $T = 1250$ млн лет – период полураспада

$\alpha = \frac{10}{100}$ – эффективность образования Ar при распаде K

$\beta = \frac{70}{1}$ – отношение кол-ва атомов K к кол-ву атомов Ar в образце

Найти τ – ? – возраст образца

Решение Пусть N_0 – кол-во атомов K в образце в начальный момент времени $t=0$ Считаем, что в начальный момент времени (от которого отсчитывается возраст образца) $t=0$ в образце нет атомов Ar Верно!!!

Количество оставшихся атомов K к текущему моменту τ

$$N_K = N_0 \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right)$$

Здесь использовали определение постоянной распада λ

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

Количество атомов Ar образовавшихся к моменту τ, равно количеству распавшихся атомов K с поправкой на „эффективность" образования Ar

$$N_{Ar} = \alpha N_0 \left(1 - \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right)\right)$$

Отношение в образце

$$\frac{N_K}{N_{Ar}} = \beta = \frac{\cancel{N_0} \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right)}{\alpha \cancel{N_0} \left(1 - \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right)\right)}$$

$$\exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right) = \beta\alpha - \beta\alpha \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right) \quad \Big| \; \beta\alpha \exp\left(-\ln 2 \frac{\tau}{T}\right)$$

$$\frac{1}{\beta\alpha} = \exp\left(\ln 2 \frac{\tau}{T}\right) - 1$$

50 б

$$\exp\left(\ln 2 \frac{\tau}{T}\right) = \frac{1}{\beta\alpha} + 1$$

Все верно

Ответ

$$\tau = \frac{T}{\ln 2} \ln\left(\frac{1}{\beta\alpha} + 1\right) = \frac{1250}{\ln 2}\left(\ln \frac{1}{70 \cdot 0{,}1} + 1\right) \approx 2408 \text{ млн лет}$$

Вариативная часть

Блок 2 Физика

1) Система отсчета - это совокупность точки начала отсчета координатных осей и счетчика времени

2) Инерциальные системы отсчета - системы, двигающиеся относительно друг друга равномерно и прямолинейно

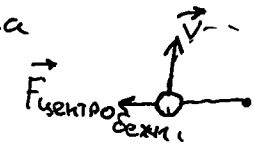
Пример два поезда, равномерно и прямолинейно двигающиеся навстречу друг другу, и ж/д станция Это три инерц системы отсчета

3) Неинерциальные системы отсчета - системы двигающиеся относительно друг друга с ускорением (изменением модуля или направления скорости во времени)

Пример вращающаяся карусель СО относительно человека, сидящего на карусели и человека стоящего в стороне Эти две СО будут неинерциальными

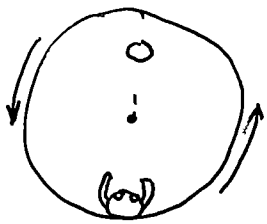
4) Силы инерции это силы, возникающие при переходе между неинерциальными системами отсчета (пример центробежная сила, сила Кориолиса) Они не реальные силы, нет источника силы и взаимодействия

Центробежная сила



при движении тела по окружности тело стремится двигаться прямо но веревка, удерживающая тело на окружности, не дает телу двигаться прямо в результате чего натягивается под действием центробежной силы Здесь две системы относительно веревки и относительно стороннего наблюдателя инерциальны, т к движение по окружности - движение с ускорением

Сила Кориолиса кидаем мячик, сидя на вращающейся карусели

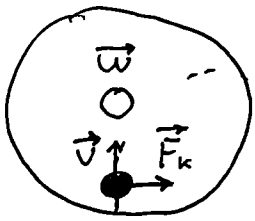


С точки зрения стороннего наблюдателя (его СО) мячик движется по прямой, на него действуют только обычные, неинерц силы тяжести, сопротивл воздуха, Архимеда

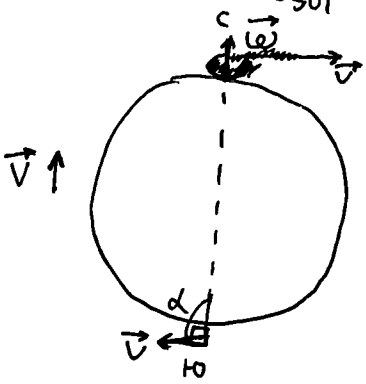
Но если перейти в систему отсчета сидящего на карусели человека, то мячик начнет отклоняться от прямой. Это происходит под действием силы Кориолиса

$\vec{F_к} = 2m\vec{v}' \times \vec{\omega}$ (1) здесь m [кг] - масса тела, $\vec{v}$ [м/с] - скорость тела в вращающейся системе отсчета, $\vec{\omega}$ [рад/сек] - угловая скорость вращения системы отсчета

Направление силы Кориолиса зависит от направления $\vec{\omega}$ и $\vec{v}$ и определяется правилами векторного произведения



5) Про голубя. Оценим величину силы, действующей на чувствительный орган птицы при движении строго по меридиану с юга на север



модуль $|\vec{v}| = const$

Заметим, что эта сила меняется в зависимости от широты, т.к. изменяется угол между скоростью голубя $\vec{v}$ и угловой скоростью вращения Земли $\vec{\omega}$ от $\alpha = 0°$ на экваторе до $\alpha = 90°$ на полюсах

Угловая скорость вращения Земли 1 оборот за 1 день, т.е.

$\omega = \frac{2\pi}{24\,60\,60} \approx 7{,}3\ 10^{-5}\ \frac{рад}{сек}$

Тогда на экваторе $F_к = 2\ 0{,}3кг\ 20м/с\ 7{,}3\ 10^{-5}\ \sin 0 = 0$ Н

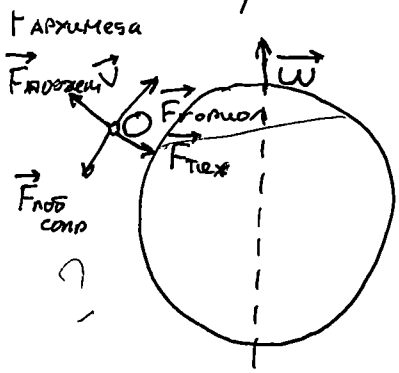
($m_{голубя} = 0{,}3$ кг $v_{голубя} = 20$ м/с из условия)

на полюсе $F_к = 2\ 0{,}3\ 20\ 7{,}3\ 10^{-5}\ \sin 90 \approx 0{,}87$ мН $= 8{,}7\ 10^{-4}$ Н

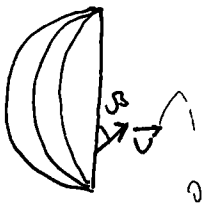
под углом 45° к оси вращения Земли $F_r = \sin 45° \approx 6{,}2\ 10^{-4}$ Н

Рисунок, показывающий силы, действующие на голубя

Дополнительный лист N 1



Если птица двигается под углом к меридиану $\beta \neq 0$ то сила действующая на птицу увеличится, везде кроме полюсов (там и так $\sin = 1$)



~~[illegible]~~

Вес тела - сила действия тела на опору

Центростремительная сила - сила, заставляющая тело двигаться по окружности, а не по прямой

Чтобы ощущать смещение от экватора до 45° широты нужна чувствительность $(87-62)\,10^{-4}$ Н $= 25\,10^{-4}$ Н т.к. это разница сил на экваторе и на 45° (показано ранее)

Максимальная чувствительность наблюдается при движении строго вдоль меридиана т.к. угол между $\vec{v}$ и $\vec{\omega}$ в таком случае меняется от 0° до 90° (соответственно сила меняется от нулевой до максимальной) Если птица летит под углом к меридиану, то угол меняется уже от значения больше нуля Поэтому изменение силы происходит в меньшем диапазоне

Ветер может влиять на чувствительность птиц, если ускоряет ее движение $\vec{v}$, дует в спину или почти в спину, тогда растет сила Кориолиса, согласно формуле (1) Сила Кориолиса меняется в большем диапазоне от нуля до уже большего максимального значения

Также, если ветер дует в сторону вращения Земли (полностью или частично, под углом), то это ~~компенсирует~~ частично заменяет силу Кориолиса, смещая голубя вместе со вращением Земли Голубь начинает двигаться прямолинейно со своей скоростью $\vec{v}$ в системе (вращающейся) Земли

45б