



**Междисциплинарная многопрофильная олимпиада
«Технологическое предпринимательство»
Профиль «Авиатехнологии»
Заочный этап
10 – 11 класс**

Уважаемый участник!

Вы приступаете к выполнению заданий Междисциплинарной многопрофильной олимпиады «Технологическое предпринимательство». Прежде, чем Вы начнете, оргкомитет просит учесть несколько правил, выполнение которых необходимо:

1. Вы можете выполнять задания и загружать работу до окончания приема работ в 23:59 часов по московскому времени 6 февраля 2017 года. Иного таймера нет.
2. Просим не задерживать выполнение: при опоздании даже на 5 секунд система закрывает прием работ, и Ваша работа не будет принята к рассмотрению.
3. Работа выполняется ТОЛЬКО самостоятельно. Коллективное выполнение работ запрещено: все одинаковые работы будут аннулированы.
4. Все решения необходимо печатать либо писать печатными буквами на белых листах формата А4, затем сохранять файл как PDF и после этого загружать в Личный кабинет. Пример для MS WORD: Файл→Сохранить как...→Тип файла PDF (*.pdf).
5. Прием работы через электронную почту не производится. Только через Личный кабинет.
6. Запрещено «переконвертировать» файл, просто переименовав у него расширение на PDF: в таком виде он не читается и не будет проверен. За него будет выставлена оценка 0 баллов.
7. После загрузки работы Вам будет направлено письмо. У Вас есть 24 часа (или менее, если до конца приема работ осталось меньше времени) на проверку загруженного файла и его замену. Просим не пренебрегать этой возможностью и проверять загруженный файл, в том числе на отсутствие технических сбоев при загрузке, препятствующих открытию и чтению файла.
8. Необходимо загружать работу только в специально отведенное поле, не путая профили.
9. Запрещено подписывать работы или иным способом указывать на автора. Работа с указанными персональными данными участника будет аннулирована.
10. Необходимо четко выполнять требования к объему работы, если он указан в задании.

№1 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Вертолет совершает вертикальный взлет с взлетно-посадочной площадки с ускорением, равным $a = 1 \text{ м/с}^2$. Через время, равное t_1 , происходит аварийное выключение двигателя. Звук двигателя на земле в точке взлета перестали слышать через время, равное $t_2 = 10 \text{ с}$. Какова была скорость вертолета в момент выключения двигателя? Скорость звука принять $v = 330 \text{ м/с}$.

Решение

Поскольку ускорение вертолета постоянное, то скорость вертолета в момент аварийного выключения двигателя составит $V = a t_1$. Но время t_1 нам неизвестно. Его можно определить из условия равенства расстояния пройденного вертолетом за время t_1 , и звуком выключения двигателя за время $(t_2 - t_1)$. Таким образом: $v(t_2 - t_1) = a t_1^2/2$. Полученное квадратное уравнение имеет один положительный корень: $t_1 = (-v + \sqrt{v^2 + 2 a v t_2})/a$. После подстановки численных значений будем иметь: $t_1 = -330 + \sqrt{330^2 + 2 \cdot 330 \cdot 10} = 9.853 \text{ с}$.

Окончательно получаем: $V = 9.853 \text{ м/с}$.

Критерии оценки**Баллы**

Получен правильный ответ, приведены все необходимые для решения задачи доводы	10
Определено, что звук выключения двигателя и вертолет проходят одинаковые расстояния, но в процессе преобразования формул произошла ошибка	8
Использован тот факт, что звук выключения двигателя движется со скоростью звука	5
Показано, что вертолет движется равноускоренно	3
Нет никакого решения	0

№2 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Во время учений с бомбардировщика производят бомбометания одинаковыми бомбами. Каждая бомба сбрасывается над заранее определенной точкой. Бомбы имеют парашют, который раскрывается на заданной высоте. Бомба, брошенная с самолета, летящего по ветру, приземляется на расстоянии L_1 от точки сброса и на расстоянии, на расстоянии L_2 , если бомбардировщик летит против ветра. Определите

координаты точки приземления бомбы, если самолет летит перпендикулярно направлению ветра. Скорость ветра v , скорость самолета относительно земли V .

Решение

Расстояние, пройденное бомбой, брошенной по ветру больше, чем расстояние, пройденное бомбой, брошенной против ветра ($L_1 > L_2$). Расстояние $l = (L_1 - L_2)/2$ – это расстояние, на которое уносит ветер бомбу с парашютом. Расстояние $L = (L_1 + L_2)/2$ – это расстояние, на которое бомба проходит за счет начальной скорости, равной скорости бомбардировщика в момент сброса бомбы. Таким образом, координаты третьей бомбы (l, L), или третья бомба проходит расстояние $\sqrt{l^2 + L^2}$.

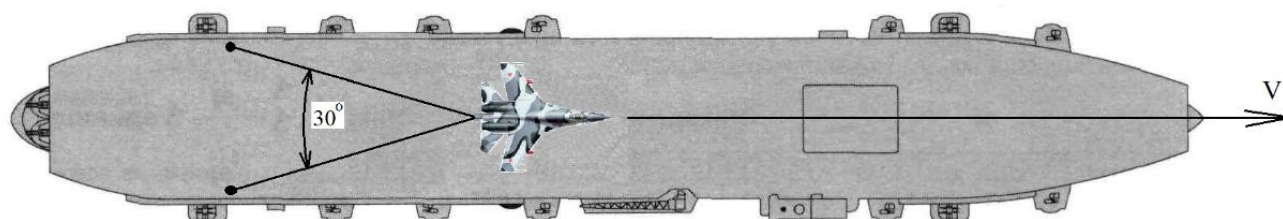
Критерии оценки

Баллы

Получен правильный ответ, приведены все необходимые для решения задачи доводы	10
Определены по отдельности расстояния пройденные бомбой за счет инерции и благодаря ветра, но окончательный ответ ошибочен	8
Определено расстояние, на которое уносит бомбу ветер	5
Показано, что $L_1 > L_2$.	3
Нет никакого решения	0

№3- Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Самолёт массой 15 т. совершает заход на посадку со скоростью $V=202$ км/ч на авианосец, движущийся со скоростью 40 км/ч. Торможение самолёта осуществляется с помощью посадочного троса. Определить длину пробега, если известен коэффициент жесткости посадочного троса $k=1000$ Н/м и время до полной остановки $t=3$ с. Результат округлить до целых.



Решение

Согласно закону Гука проекция силы, растягивающей тросы на продольную ось авианосца, будет записываться как:

$$F_x = 2kL\cos(30^\circ), \quad (1)$$

где L – проекция удлинения троса на продольную ось авианосца (дистанция пробега).

При этом сила F_x есть не что иное, как сила инерции самолёта, определяемая согласно третьему закону Ньютона:

$$F_x = ma. \quad (2)$$

В свою очередь ускорение для равнозамедленного движения до состояния покоя определяется как:

$$a = \frac{V}{t}. \quad (3)$$

Подставляя (3) и (2) в (1), имеем:

$$\frac{mV}{t} = 2kL\cos(30^\circ), \quad (4)$$

Тогда:

$$L = \frac{mV_{\text{пос}}}{2kt*\cos(30^\circ)}. \quad (5)$$

Скорость самолёта при посадке относительно авианосца составляет:

$$V_{\text{пос}} = V - V_{\text{ав}},$$

где $V_{\text{ав}}$ – скорость авианосца.

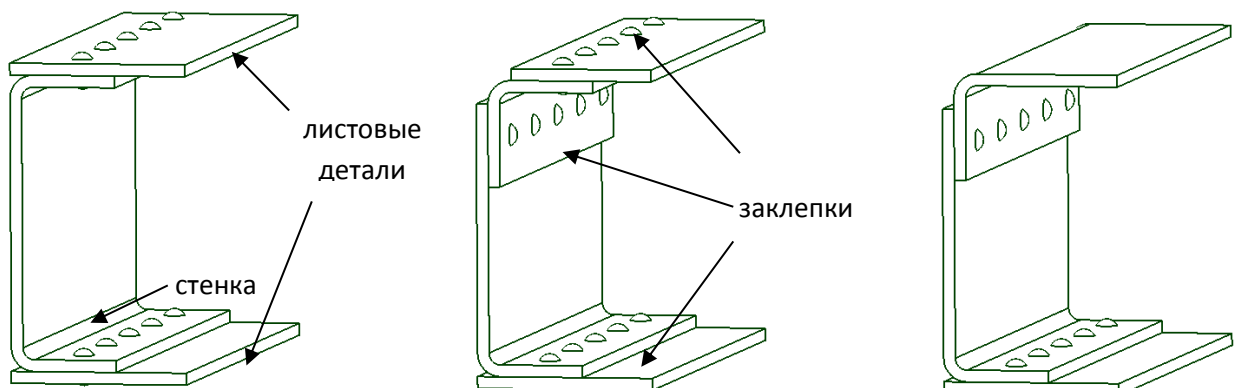
Подставляя в (5) числовые значения (предварительно приведя их в соответствие с системой СИ) и округлив результат до целых значений, имеем:

$$L=130\text{м.}$$

Ответ: длина пробега $L=130\text{м.}$

№4- Решите задачу (Максимум 20 баллов)

е взаимно параллельные листовые детали, расстояние между которыми должно быть 100 мм, нужно соединить стенкой, которая может состоять из одной, двух или нескольких деталей. Варианты соединения представлены на рисунке.



Выбрать наиболее предпочтительный вариант или предложить другой на свое усмотрение. Решение обосновать.

Решение:

С точки зрения изготовления и сборки деталей вариант 1 является самым сложным, так как требует точного соблюдения (в пределах допуска) размера высоты стенки, однако такой вариант может дать выигрыш по массе по сравнению с вариантом 2, в котором число рядов заклепок больше и суммарная ширина мест соединения деталей внахлестку тоже больше.

Вариант 3 по массе будет примерно таким же, как вариант 1, но при этом не требует точного соблюдения размера высоты стенки, у которой к тому же всего один борт – снизу, соответственно, стенку будет изготовить проще. Выполнение борта у верхней листовой детали не будет сложнее, чем выполнение второго борта у стенки в варианте 1. Таким образом, вариант 3, вероятней всего, является наиболее предпочтительным и по массе, и по сложности изготовления. Но это не следует принимать как истину в последней инстанции. Наиболее предпочтительный вариант в реальных условиях производства зависит от многих факторов: от конструктивной обстановки, не указанной на данных рисунках, от имеющегося технологического оборудования и т.д.

№5 – Решите задачу (Максимум 10 баллов)

Оцените, до какой максимальной температуры может нагреться из-за трения о воздух поверхность самолета, который летит со скоростью, близкой к скорости звука. Для оценки считать, что воздух состоит из двухатомных молекул азота, энергия которых равна $(5kT/2)$, где k – постоянная Больцмана, $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ (Дж/(моль*К)). Температура окружающего воздуха считать равной 10°C . $N_A=6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, $M(N_2)=28$ г/моль, скорость звука при заданной температуре равна 337 м/с.

Решение:

При столкновении молекулы азота с поверхностью самолета она может получить энергию большую, чем: $\frac{5}{2}kT_1 + \frac{m_0v^2}{2}$, где v – скорость самолета (или, в системе координат, связанной с самолетом, средняя скорость упорядоченного движения налетающих на нос самолета молекул азота), m_0 – масса молекулы азота, T_1 – температура окружающего воздуха. Так как молекулы азота после столкновения с самолетом должны иметь энергию $5kT/2$, соответствующую температуре T_2 поверхности самолета, то:

$$\frac{5}{2} kT_2 < \left(\frac{5}{2} kT_1 + \frac{m_0 V^2}{2} \right)$$

Масса молекулы азота $m_0 = \frac{M(N_2)}{N_A} = 4,67 \cdot 10^{-26}$ кг, $T_1 = 283$ К.

$$T.о., T_{2max} = T_1 + \frac{m_0 V^2}{5k} = 360 \text{ К} = 87^\circ \text{ С}.$$

№6 – Решите задачу (Максимум 10 баллов)

Студенты Авиационного института собираются наладить производство беспилотных летательных аппаратов в рамках собственного бизнес-инкубатора. Предполагаемый срок работы недавно приобретённого для дальнейшего использования оборудования составляет 20 лет. Его стоимость составила 30 миллионов рублей. Ожидается, что за первый год будет произведено 2 таких аппарата, а через каждый следующий год число будет увеличиваться на 1 единицу.

1. Какой нелинейный способ позволит списать всю стоимость оборудования в кратчайшие сроки?
2. Укажите сумму начисленной амортизации и остаточную стоимость оборудования при начислении амортизации данным способом.

Решение.

1. Способ списания стоимости по сумме чисел лет

2142857,143	2000000	1857142,857	1714285,714	1571428,571	1428571,429	1285714,286	1142857	1000000	857142,9	714285,7	571428,6	428571,4	285714,2857	142857,1429
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
16														
17														
18														
19														
20														
	17142857,14													

Сумма начисленной амортизации:

1. Значения в строке 1 высчитываются по следующей формуле:

$$30000000 * \frac{\text{Значение в строке 16}}{\text{Сумма } 1+2+\dots+20}, \text{ строка 16 выбрана исходя из скорости износа оборудования}$$

2. Затем полученные значения суммируются

3. Получаем сумму начисленной амортизации *17142857,14 рублей*

4. Остаточная стоимость оборудования равна $30000000 - 17142857,14 = 12857142,86$