

## Задания с решениями первого тура отборочного этапа Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 10-11 классы

### Тестовая задача (6 баллов).

Нужно оптимизировать процесс работы конвейера по подаче деталей для тестирования. С целью экономии электроэнергии необходимо добиться, чтобы стальная деталь, разогнавшись до некоторой скорости, двигалась по инерции до полной остановки, пройдя при этом за время  $t = 0,5$  с расстояние  $s = 1$  м по горизонтальному неподвижному конвейеру. Какой материал покрытия для конвейерной ленты необходимо выбрать (см. таблицу)? Считать ускорение свободного падения  $g$  равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Таблица 1. Коэффициент трения скольжения различных материалов по стали.

Материал	Коэффициент трения скольжения
Резина	0,8
Асбестовая ткань	0,35
Хлопчатобумажная ткань	0,3
Полиэтилен	0,2
Тефлон	0,04

### Задача 1 (10 баллов).

Предложите способ определения прочности нити на разрыв с помощью пластиковой бутылки с водой массой 2.0 кг и рулетки. Никакими другими измерительными приборами пользоваться нельзя. Известно, что прочность нити на разрыв меньше 8 Н.

### Задача 2 (10 баллов).

Усовершенствуйте вольтметр, шкала которого составляет 30 В, а его внутреннее сопротивление равно 100 кОм, если в вашем распоряжении есть два резистора по 200 кОм каждый. Какое наибольшее напряжение можно измерить с помощью усовершенствованного вольтметра?

### Задача 3 (15 баллов).

Юные техники конструируют парогенератор. Для моделирования процесса у них в наличии есть 1 литр воды, кастрюля, нагреватель мощностью  $W = 100$  Вт и термopара. Обнаруживается, что воду в кастрюле никак не удастся довести до кипения нагревателем мощностью 100 Вт: температура воды повышается до  $T = 96^\circ \text{C}$  и дальше не растет. Конструкторы решают положить в кастрюлю еще один такой же кипятильник. Через какое время вода закипит в этом случае? Что можно сделать для того, чтобы вода в кастрюле закипела без дополнительного кипятильника?

### Задача 4 (12 баллов).

Шестеренка с незакрепленной осью расположена между двумя параллельными зубчатыми рейками, движущимися со скоростями  $V_1 = 20 \text{ см/с}$  и  $V_2 = 40 \text{ см/с}$  в противоположных направлениях. С какой скоростью движется центр шестеренки?

### **Задача 5 (11 баллов).**

В лаборатории научно-исследовательского института потребовалось провести регенерацию 5,54 г платиносодержащих отходов. В качестве отходов имелась металлическая стружка, содержащая металлы: железо, медь, платину. Регенерацию проводили по следующей методике. Металлическую стружку кипятили в разбавленной азотной кислоте. Не растворившуюся «тонкую» фракцию отфильтровывали и растворяли при кипячении в царской водке. Полученный раствор упаривали до сиропообразной консистенции и добавляли небольшое количество соляной кислоты. К полученному раствору приливали раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Выпавший желтый осадок отфильтровывали и прокаливали до образования серой губчатой массы. Маточный раствор и промывные воды собирали и добавляли к ним избыток гранулированного цинка. Выпал осадок черного цвета, который затем отфильтровали, промыли и высушили.

- Напишите все реакции, происходившие при регенерации платиновых отходов в лаборатории. Почему платина растворяется в царской водке и не растворяется в кислотах? Напишите реакции. (5 баллов)
- Рассчитайте потери платины при регенерации, если исходная стружка содержала 28 % платины, а суммарная масса полученных платиновых отходов составила 1,38 г с содержанием платины 97%. (4 балла)
- Почему полученная при регенерации платина содержит примеси? (2 балла)

### **Задача 6 (15 баллов).**

Газ, выбрасываемый трубами химического завода имеет следующий состав (объемные доли  $\varphi$  в %):  $\varphi(\text{CO}_2)$  - 10,0;  $\varphi(\text{CO})$  - 20,0;  $\varphi(\text{H}_2)$  - 2,0;  $\varphi(\text{CH}_4)$  - 0,6;  $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8)$ -0,2;  $\varphi(\text{N}_2)$  -50,2;  $\varphi(\text{C}_7\text{H}_8)$  – 3,0;  $(\text{H}_2\text{O}_r)$  – 14,0.

- Напишите все уравнения реакций сгорания компонентов выбрасываемого трубами завода газов. (8 баллов)
- Рассчитайте, сколько потребуется воздуха (в  $\text{м}^3$ ) для полного сжигания 200  $\text{м}^3$  этого газа (объемы измерены при одной температуре). Считать, что содержание кислорода в воздухе около 20% по объему. (4 балла)
- Определите количественный состав продуктов сжигания доменного газа в избытке воздуха. (3 балла)

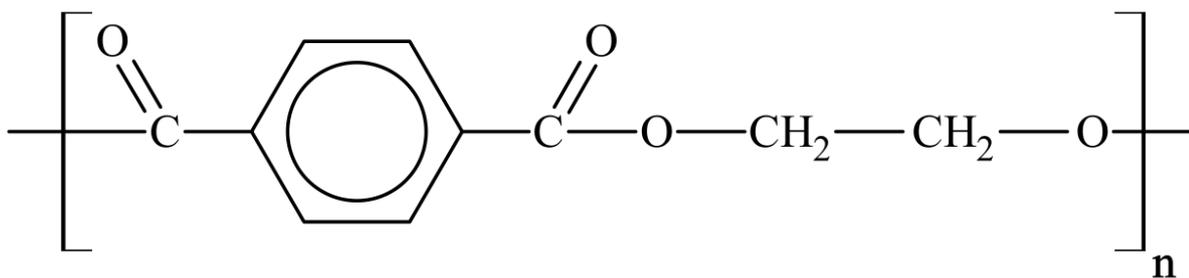
### **Задача 7 (8 баллов).**

В городской водозабор стекают стоки из двух цехов химического предприятия. В первом цехе на 1 т производимой продукции образуется 8  $\text{м}^3$  водных стоков, содержащих 1,5  $\text{г}/\text{м}^3$  сульфата магния. Во втором цехе на 1 т продукции образуется 16  $\text{м}^3$  стоков с содержанием 3,56  $\text{г}/\text{м}^3$  гидроксида бария.

- Определите оптимальное соотношение производительностей этих цехов (в тоннах продукции), при котором загрязнение воды было бы минимальным. (4 балла)
- Как должна будет выглядеть схема водостоков предприятия? (1 балл)
- Каков будет размер этого загрязнения на одну тонну СОВОКУПНЫХ отходов от химического предприятия, если произведение растворимости  $\text{BaSO}_4 = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . (3 балла)

**Задача 8 (13 баллов).**

Одним из основных материалов для производства пластмассовых бутылок является полиэтилентерефталат:



- Предложите методику синтеза ПЭТ из ацетилена, пропина и неорганических веществ. (10 баллов)
- Как данное соединение называлось в СССР? Откуда произошло это название? (3 балла)