

Задача 11-2 Хорошо, что не экспериментальная задача!

Введение. Перегрузки.

Под воздействием перегрузок (при ускорении и торможении) в человеческом организме происходит утяжеление всех его органов, деформация скелета, отлив крови от одних органов и прилив ее к другим.

Мерой перегрузки (или просто перегрузкой) называется отношение ускорения тела к ускорению свободного

$$\text{падения } n = \frac{a}{g}$$

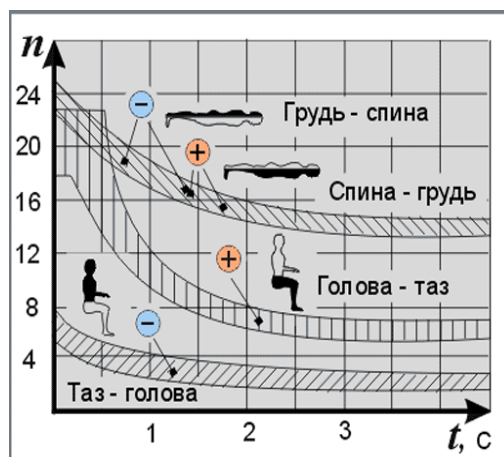
Величина перегрузки, которую может перенести человек, зависит от направления перегрузки, от времени ее воздействия и темпа нарастания, а также от общей и физической подготовки. Легче переносятся перегрузки в направлении «спина - грудь», «грудь - спина» и труднее - «таз - голова»

На рисунке показаны предельные перегрузки в различных направлениях, переносимые человеком в зависимости от продолжительности их действия t

Уменьшают перегрузку в автомобилях при экстренных ситуациях различными способами: подбором необходимой динамической емкости ремней безопасности, части кузова делают деформируемыми с постепенным увеличением жесткости при приближении к салону с помощью постепенного увеличения сечения элементов конструкции, толщины стенок и их количества, размещением внутри салона упругих и мягких элементов и т. д.

В данной задаче Вам необходимо дать количественное описание эксперимента по изучению безопасности водителя и пассажиров автомобилей при столкновениях.

$$\text{Ускорение свободного падения считать равным } g = 10 \frac{M}{c^2}$$

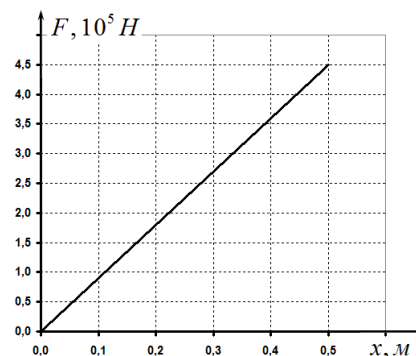


Часть 1. Лобовое столкновение автомобиля с упругой преградой.

Для удешевления экспериментов автомобиль сталкивается с упругой преградой, при этом сам автомобиль не разбивается и может быть использован в других экспериментах.

Автомобиль массы $M = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг}$ ударяется об упругую преграду.

На автомобиль со стороны преграды при соударении действует упругая сила, график зависимости которой от деформации преграды показан на рисунке. До полной остановки автомобиль прошел путь равный $S = 0,50 \text{ м}$

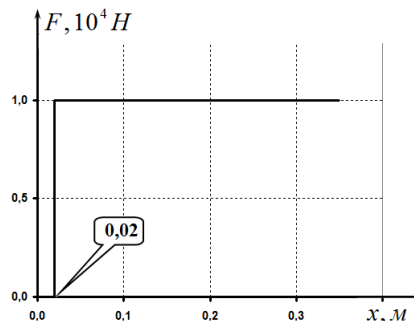


1.1 Определите скорость автомобиля перед столкновением.

1.2 Определите время торможения автомобиля и максимальную перегрузку, которую испытывает автомобиль.

Часть 2. Манекен пристегнут к сидению ремнем безопасности.

На месте водителя находится манекен (не садить же живого человека) массы $m = 75 \text{ кг}$. Манекен пристегнут ремнем безопасности. Со стороны ремня на манекен действует сила, зависящая от смещения манекена по закону, показанному на рисунке: при смещении манекена на расстояние меньше 2 см этой силой можно пренебречь, при большем смещении эту силу можно считать постоянной (так как ремень вытягивается из держателя).

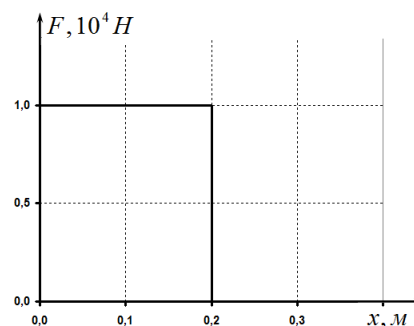


2.1 Определите через какое время после начала столкновения ремень безопасности начнет тормозить манекен (время срабатывания) и перегрузку автомобиля, при которой срабатывают ремни безопасности.

2.2 Определите перегрузку, которую испытывает водитель-манекен.

Часть 3. Манекен не пристегнут.

В следующем эксперименте манекен не пристегнут, поэтому во время такого же столкновения автомобиля с преградой, наталкивается на энергопоглощающую рулевую колонку. Расстояние от груди автомобиля до рулевой колонки $L = 30 \text{ см}$. Со стороны колонки на манекен действует сила, зависимость которой от деформации колонки показана на рисунке: эта сила постоянна до смещения в 20 см, после чего колонка ломается. После того, как рулевая колонка разрушилась, манекен продолжает свободное движение, и, пролетев расстояние $d = 20 \text{ см}$, сталкивается с лобовым стеклом. За время этого столкновения центр масс манекена сместился еще $\Delta x = 5,0 \text{ см}$ (из-за деформации стекла, головы и шейных позвонков) после чего окончательно остановился.



3.1 Определите через какое время после начала столкновения автомобиля манекен ударится о рулевую колонку.

3.2 Определите, с какой скоростью и через какое время после столкновения автомобиля с преградой манекен ударится о стекло.

3.3 Определите на сколько времени задерживает встречу манекена с лобовым стеклом рулевая колонка.

3.4 Определите перегрузки, которую испытывает манекен, при столкновении с рулевой колонкой автомобиля и лобовым стеклом.

На месте пассажира находится еще один такой же манекен. Перед ним рулевой колонки нет, поэтому он без каких либо препятствий долетает до лобового стекла (расстояние до которого, такое же, как и манекена-водителя. Ударяясь о стекло, он также еще смещается на $\Delta x = 5,0 \text{ см}$.

3.5 Определите перегрузку, которую испытывает этот манекен.

Часть 4. Подведение итогов.

4.1 Постройте графики зависимостей перегрузок автомобиля, обоих манекенов от времени.