Акмуллинская олимпиада по физике
 1 тур
 10 класс

1. Запишем законы сохранения энергии и импульса для лобового столкновения двух одинаковых бусинок, движущихся навстречу друг другу со скоростями ***u*** и ***v***:
$\left\{\begin{array}{c} mu-mv-mu^{'}+mv^{'},\\\frac{mu^{2}}{2}+\frac{mu^{2}}{2}=\frac{mu^{'2}}{2}+\frac{mv'^{2}}{2}, \end{array}\right. $***откуда*** $ \left\{\begin{array}{c} u^{'}=-v\\v^{'}=u\end{array}\right.$
то есть бусинки просто обмениваются скоростями. С другой стороны, если до столкновения одна бусинка двигалась вправо со скоростью ***u***, а вторая – влево со скоростью и, после столкновения ничего не изменится, то есть, если пренебречь размерами бусинок, можно считать, что столкновения не было, а бусинки «прошли» сквозь друг друга. При рассмотрении столкновений с этой точки зрения становится понятно, что каждая такая «прозрачная» бусинка из первого набора столкнётся со всеми из второго набора, поэтому всего столкновений будет ***N = mn***.
Завершающее столкновение произойдёт между самыми последними, то есть самыми медленными, «прозрачными» бусинками. В момент **t0** расстояние между ними ***(m + n – 1)L*,** поэтому искомое время:

  ***t = (m + n – 1)L/(vn + um)***
2. Пусть первоначальные показания амперметра и вольтметра – ***I***,***UV*** соответственно, а их сопротивления ***RA*** и ***RV***. Тогда ***U = IRA + UV***. После подключения резистора: ***U = 2IRA + UV/2*.** Выразив из первого уравнения ***IRA = U − UV*** и подставив в уравнение ***U = 2(U − UV) + UV/2***, получим ***(3/2)UV = U***, следовательно,***UV = (2/3)U =* 6 B**. Вольтметр показывал напряжение до и после подключения резистора ***3 и 6 В*.**
3. По условию система находится в равновесии. Применим правило моментов для рычага относительно опоры:
 ***3TL+mgL/2=2NL=mgL,***

где **L** — длина одного фрагмента рычага, **N** — сила реакции рычага, с которой он действует на верхний груз.

Условие равновесия груза:

 ***mg=N+T***

Решая систему уравнений относительно **T**, получаем:

 ***T=(6m-M)g/10,***

откуда видно, что равновесие возможно при ***m≥M/6***.

Заметим, что ***N=(M+4m)g/10*** при любых значениях m.
Следовательно, график ***N(m)*** – луч, выходящий из точки ***(M/6;Mg/6)*** под углом к оси абсцисс с угловым коэффициентом ***2g/5***. При ***m<M/6*** система не будет в равновесии, и исходные формулы потеряют смысл.