1. **Успеет, причем еле-еле, в последний момент.** Из условия находим, что лицеист успел отойти от своих друзей на 90 m, прежде чем поезд начал двигаться. Далее удобно перейти в систему отсчета поезда. В этой системе отсчета скорость лицеиста в один из моментов времени направлена к неподвижным друзьям и равна $v = 6$ m/s, однако ускорение направлено против скорости и равно по модулю $a = 0.2$ m/s^2. Далее из формулы равноускоренного движения $v = \sqrt{2al}$ находим, что лицеист в рассматриваемой СО максимально приблизится к друзьям на $l = v^2/2a = 90$ m, то есть в точности догонит их.

2. $T_0 = 80$°C.

а) Точное аналитическое решение. Пусть T_0 — температура горячей воды, V_0 — ее объем в начальный момент времени, α — расход вливаемой воды, $T(t)$ — зависимость температуры воды в калориметре от времени. Тогда уравнение теплового баланса имеет вид

$$(V_0 + \alpha t)\, T + \alpha T_0 dt = (V_0 + \alpha t + \alpha dt)(T + dT),$$

откуда, пренебрегая произведением дифференциалов,

$$\frac{dT}{T_0 - T} = \frac{\alpha dt}{V_0 + \alpha t}.$$

Проинтегрировав, получим:

$$\frac{1}{T_0 - T} = C\left(\frac{V_0}{\alpha} + t\right),$$

где C — некая постоянная. Подставляя три точки (0 s, 20°C), (200 s, 30°C), (500 s, 40°C), через которые график наверняка проходит, получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными, из которой находим $T_0 = 80$°C.

Хотя вряд ли это решение подразумевалось в 10 классе :) Поэтому приведу образец приближенного решения, кстати говоря дающего правильный ответ.

б) Приближенное решение. Будем приблизительно считать участки графиков от 0 s до 200 s и от 200 s до 500 s линейными. Составим уравнения теплового баланса для отрезков времени 0 s — 200 s и 0 s — 500 s (обозначения прежние):

$$\frac{V_0}{\alpha}T_1 + t_1 T_0 = \left(\frac{V_0}{\alpha} + t_1\right)T_2, \qquad \frac{V_0}{\alpha}T_1 + t_2 T_0 = \left(\frac{V_0}{\alpha} + t_2\right)T_3,$$

где $t_1 = 200$ s, $t_2 = 500$ s, $T_1 = 20$°C, $T_2 = 30$°C, $T_3 = 40$°C. Из этой системы получаем $V_0/\alpha = 1000$ s и $T_0 = 80$°C. То, что ответы в обоих случаях в точности совпали, чистая случайность :)

3. $i = 60$ mA.

Пусть зависимость тока через нелинейный элемент от напряжения имеет вид $i = f(u)$. Тогда из закона Ома получаем напряжение u на нелинейном элементе:

$$u = U - Rf(u),$$

откуда

$$f(u) = \frac{U - u}{R}.$$

Строим на графике зависимость $g(u) = (U - u)/R$ и ищем графически точки пресечения ее графика с графиком функции $f(u)$. Эти графики имеют одну точку пересечения при $i = 60$ mA. Рисунок приводить не буду, ибо лень:)

Стоит также добавить, что найденное решение устойчиво к малому изменению тока в цепи. Так как вблизи положения равновесия зависимость $f(u)$ линейна, то можно считать его обычным резистором. А цепи из резисторов, как известно, устойчивы. Также, напряжение на нелинейном элементе не имеет шансов перевалить через максимум, поскольку при подключении источника ток будет нарастать постепенно и остановится вблизи равновесного значения.

4. $U = 6$ V.

Очевидно, напряжение на лампе в обоих случаях одинаково. Из этого условия находим сопротивление лампы $R = 30\ \Omega$, а затем и напряжение $U = 6$ V.