

PROFILES IBSE სასწავლო მასალები – მასწავლებლებისათვის

შეადგინა ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის PROFILES-ის გუნდმა – საქართველო



ავტოსაგზაო შემთხვევა:
ვინ არის დამნაშავე?

ბუნებისმეტყველების მოდული –

ფიზიკა –

IX კლასი

შემუშავებულია: ჰოლბრუკის (ICASE) მიერ

ადაპტირებულია: მარიკა კაპანაძის, ეკა სლოვინსკისა და PROFILES-ის მონაწილე პედაგოგების მიერ (2013-2014).

ორგანიზაცია: ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო

ვებ-გვერდი: www.profiles-georgia.iliauni.edu.ge - ელ.ფოსტა: profiles.georgia@gmail.com

მოდულის შინაარსი

PROFILES-ის ეს მოდული „ავტოსაგზაო შემთხვევა: ვინ არის დამნაშავე?“ ეფუძნება რეალურ ავტოსაგზაო შემთხვევას, როცა ქვეითად მოსიარულე ბიჭს დაეჯახა ავტომანქანა შუქნიშნის გადაკვეთისას. ბიჭი მსუბუქად დაშავდა. დაიწყო შემთხვევის შესწავლა დამნაშავეის დასადგენად. ამ მოდულის მიზანია გააცნოს მოსწავლეებს მოძრაობის კანონები, შესწავლილ იქნას ხახუნის კოეფიციენტი რეალური ავტოსაგზაო შემთხვევის მაგალითზე, მოსწავლეებმა შეძლონ საკუთარი რეაქციის დროის გაზომვა და მოძრაობის კანონების გამოყენება ყოველდღიური პრობლემის გადასაჭრელად. ამ მიზნების მისაღწევად მოსწავლეებმა უნდა განახორციელონ კვლევითი პროცედურა, მონაცემების აღრიცხვა და ანალიზი.



სურათი 1 – მოსწავლეები ატარებენ კვლევით ექსპერიმენტებს

შემოთავაზებული სწავლების სტრატეგია

1. მოსწავლეებისათვის საკითხის გაცნობა, შესასწავლი პრობლემის დასმა;
2. მუშაობის წარმართვა ისე, რომ მოსწავლეებმა აქტიურად იფიქრონ პრობლემაზე და დახატონ მოძრაობის სქემა/დიაგრამა, მონაცემების გამოყენებით;
3. მუშაობის წარმართვა ისე, რომ მოსწავლეებმა გამოთქმული ვარაუდების საფუძველზე განსაზღვრონ დრო, რომელშიც ბიჭმა მიაღწია ავტოსაგზაო შემთხვევის წერტილს;
4. მუშაობის წარმართვა ისე, რომ მოსწავლეებმა ივარაუდონ, რა დამატებითი ინფორმაცია სჭირდებათ მანქანის შესახებ ინფორმაციის დასადგენად. (ეს იქნება სიჩქარე დამუხრუჭებამდე და ის დრო, რაც საჭირო იყო დამუხრუჭებისთვის);
5. კინეტიკური ენერჯის ცვლილებასა და ხახუნის წინააღმდეგ შესრულებული მუშაობის ცნებებზე დაყრდნობით მუშაობის წარმართვა ისე, რომ მოსწავლეებმა მიიღონ გამოსახულება $v = (2\mu g s)^{1/2}$;
6. ხახუნის ექსპერიმენტული შესწავლის საფუძველზე ხახუნის კოეფიციენტის წარმოდგენა, როგორც F/N ;
7. მოსწავლეებმა შეძლონ განსაზღვრონ, რა დრო დასჭირდა მანქანას დაჯახებამდე მძღოლის რეაქციის დროის გათვალისწინებით;
8. მოსწავლეებმა განსაზღვრონ საკუთარი რეაქციის დრო;
9. მოსწავლეებმა განსაზღვრონ დრო, რომელშიც მანქანა მივიდოდა შემთხვევის ადგილამდე, მძღოლს რომ დაემუხრუჭებინა ყვითელი შუქის ანთებისთანავე;
10. მოსწავლეებმა უნდა იმსჯელონ ჯგუფში და გამოიტანონ დასკვნები.

ეტაპები	სწავლა-სწავლების მიდგომა	სწავლა-სწავლების მონახაზი
1. სცენარი	წარმოდგენილი მასალა რეალური ცხოვრებიდან	1. სცენარის გაცნობა 2. იდეები საკითხის გადასაწყვეტად 3. გააზრება, რომ მეცნიერული შეკითხვა პასუხის მისაღებად არის - „როგორ შეიძლება განისაზღვროს მანქანის სიჩქარე შემთხვევამდე?“



შემუშავებულია: ჯეკ ჰოლბრუკის მიერ
ორგანიზაცია: International Council of Associations for Science Education (ICASE), დიდი ბრიტანეთი

ადაპტირებულია: მარიკა კაპანაძის, ევა სლოვინსკისა და PROFILES-ის მონაწილე პედაგოგების მიერ (2013-2014).

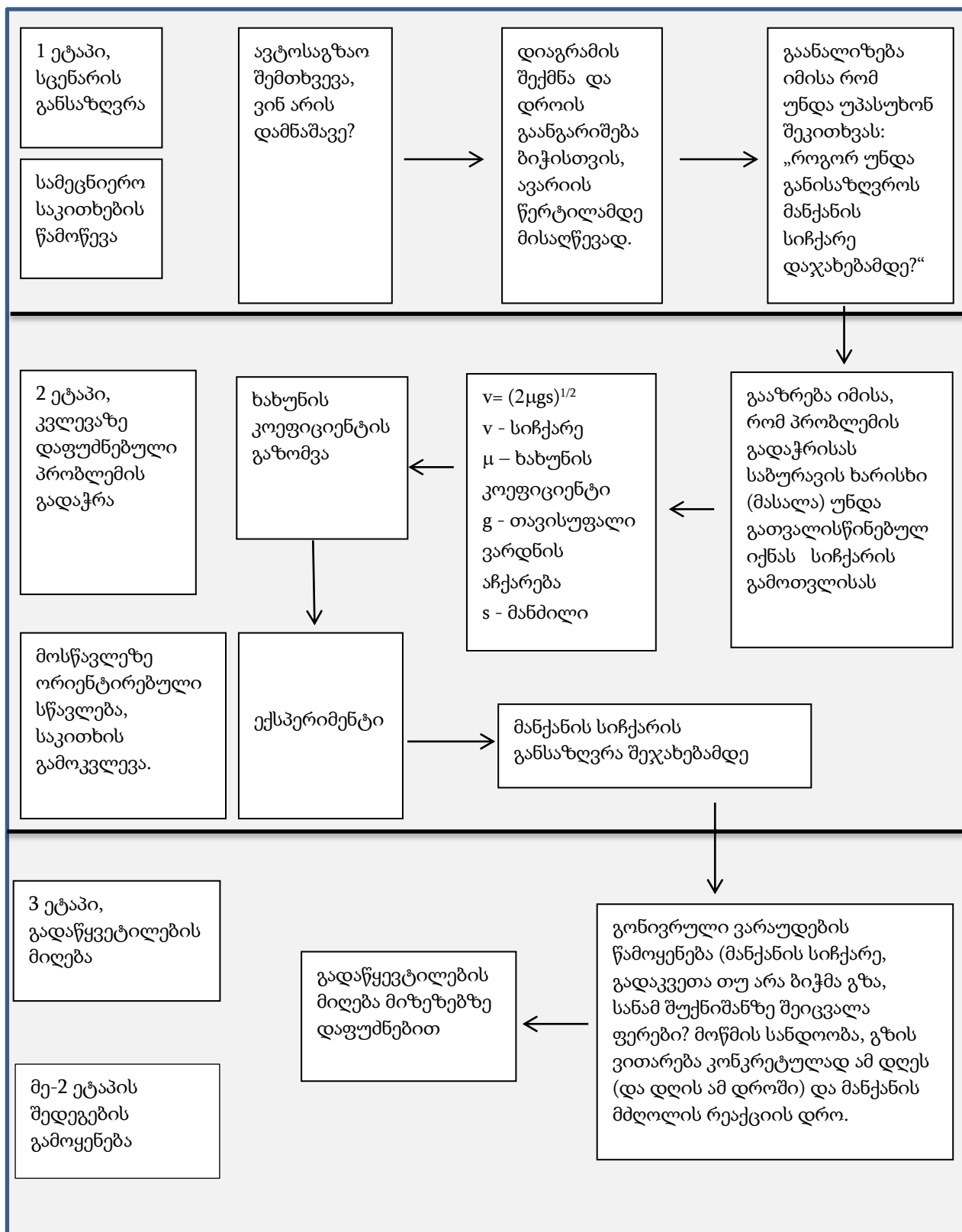
ორგანიზაცია: ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო
ვებ-გვერდი: www.profiles-georgia.iliauni.edu.ge - ელ.ფოსტა: profiles.georgia@gmail.com



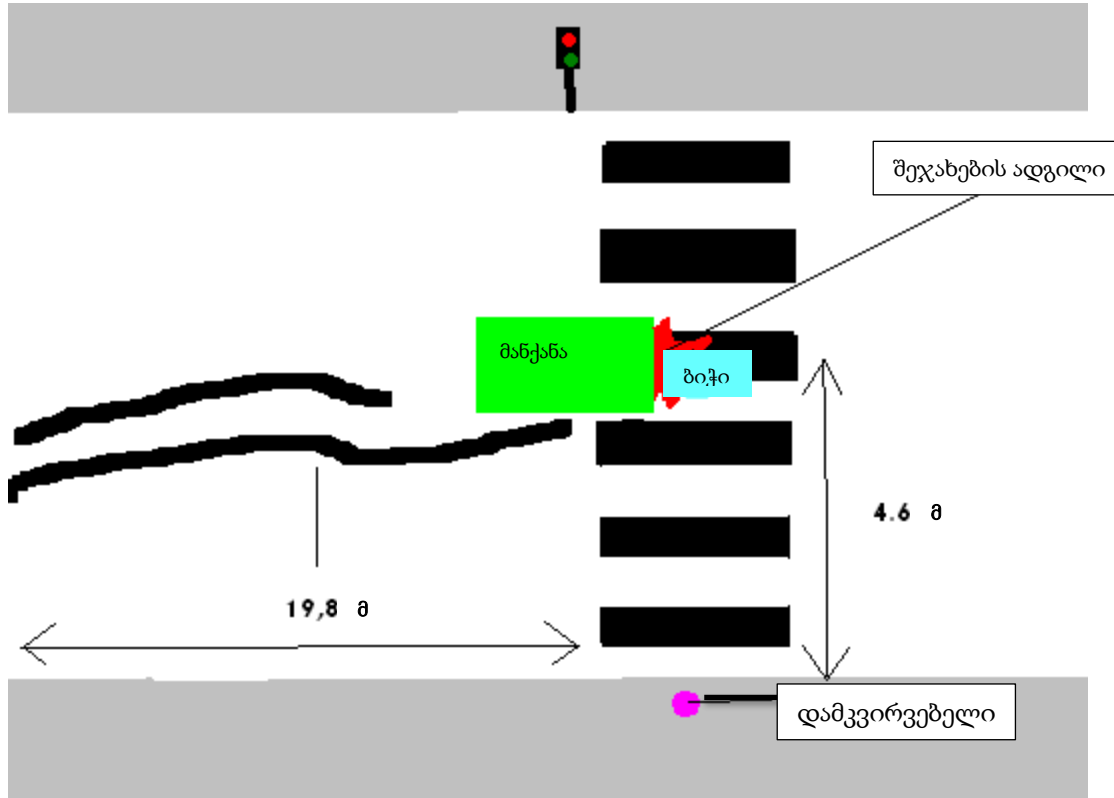
Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science

<p>2. კვლევაზე დაფუძნებული პრობლემის გადაჭრა</p>	<p>მასწავლებლის ხელმძღვანელობით, მოსწავლეზე ორიენტირებული მასალა მოიცავს პრობლემის გადაწყვეტას, ბუნებისმეტყველების კონცეპტუალურ სწავლებას (უკუკავშირი - შეფასება).</p>	<p>1. პრობლემის აღწერა. მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეებს, გააანალიზონ რომ საბურავების ხარისხმა შეიძლება განსაზღვროს სიჩქარე, თუ გათვალისწინებული იქნება კავშირი კინეტიკური ენერჯის ცვლილებასა და ხახუნის წინააღმდეგ შესრულებულ მუშაობას შორის.</p> <p>2. მოსწავლეები აცნობიერებენ, რომ ხახუნის ძალა დამოკიდებულია ზედაპირის გვარობაზე, რომ ხახუნის კოეფიციენტი განაპირობებს ხახუნის ძალის სიდიდეს და ამგვარად, მანქანის სიჩქარეს.</p> <p>3. მოსწავლეები აცნობიერებენ, რომ მეცნიერული შეკითხვა დადის შემდეგ კითხვაზე „როგორ შეიძლება განისაზღვროს ხახუნის კოეფიციენტი?“</p> <p>4. მასწავლებელი რჩევებს აძლევს მოსწავლეებს განსაზღვრონ ხახუნის კოეფიციენტი ექსპერიმენტალურად, F / N -ის გამოყენებით, სადაც N არის რეაქციის ძალა, და F არის ხახუნის ძალა.</p> <p>5. ვიცით რა ხახუნის კოეფიციენტი (ვვარაუდობთ რომ მანქანა მოძრაობდა 10 კმ/სთ სიჩქარით დაჯახების მომენტში), მოსწავლეებს მოეთხოვებათ განსაზღვრონ მანქანის სიჩქარე დამუხრუჭებამდე.</p> <p>6. მოსწავლეები აცნობიერებენ მძღოლის რეაქციის დროის მნიშვნელობას ავტოსაგზაო შემთხვევისას.</p> <p>7. მასწავლებელი რჩევებს აძლევს მოსწავლეებს განსაზღვრონ საკუთარი რეაქციის დრო ექსპერიმენტალურად და იმსჯელონ განსხვავებაზე კლასში მოსწავლეებს შორის.</p>
<p>3. მეცნიერული გადაწყვეტილებების მიღება</p>	<p>მასწავლებლის ხელმძღვანელობით მოსწავლეზე ორიენტირებული მასალა მოიცავს გადაწყვეტილებების მიღებას (უკუკავშირი- შეფასება).</p>	<p>დამუხრუჭებამდე მანქანის სიჩქარის ცოდნა, მანქანის დაცილება გზაჯვარედინამდე, და დრო შემთხვევამდე - მოსწავლეებმა დისკუსიის გზით უნდა წამოაყენონ გონივრული მოსაზრებები, და მსჯელობით დაადგინონ, ვინ არის დამნაშავე ავტოსაგზაო შემთხვევისას.</p>

შემოთავაზებული სწავლების სქემა



დიაგრამის მაგალითი



მოსალოდნელი შედეგები

- 1) პრობლემის გაგება
შესრულდება მოსწავლეების მიერ დიაგრამის დახატვით
- 2) სიტუაციის დიაგრამის დახატვა
თითოეული მოსწავლე ხატავს დიაგრამას და დააქვს შესაბამისი ინფორმაცია.
- 3) საგზაო პრობლემის გადაჭრა მოძრაობის კანონებისა და ხახუნის ძალის გამოყენებით
მიღწეულია, თუ მოსწავლე აკეთებს შესაბამის გამოთვლებს, მასწავლებელი უძღვება ახალ თემას მოსწავლეებთან, რათა მათ გაიაზრონ კინეტიკური ენერჯის ცვლილებასა და ხახუნის წინააღმდეგ შესრულებულ მუშაობას შორის კავშირი, ხახუნის კოეფიციენტი
- 4) თანამშრომლობითი სწავლება
მიღწეულია, თუ მოსწავლე თანამშრომლობით და დისკუსიაში ჩართვით, როგორც გუნდის წევრი, გამოთვლების შედეგებზე დაყრდნობით მონაწილეობას იღებს დამნაშავეს განსაზღვრაში.
- 5) განსაზღვრა იმისა, თუ ვინ არის დამნაშავე
ეს მიიღწევა ჯგუფში დისკუსიის საფუძველზე, და კონსენსუსის მიღწევით - მიზეზებზე და ვარაუდებზე დაყრდნობით ბრალეულობის განსაზღვრით.

გაკვეთილი 1

გაკვეთილის დასასრულს, მოსწავლეებს მოეთხოვებათ რომ შეძლონ:

- ა) დახაზონ დიაგრამა
- ბ) განსაზღვრონ დრო, რომელიც დაჭირდა ბიჭს ავარიის მომენტამდე, ვარაუდების მითითებით.

გაკვეთილი 2

გაკვეთილის დასასრულს, მოსწავლეებს მოეთხოვებათ რომ შეძლონ:

- ა) საჭირო ინფორმაციის ჩვენება იმისათვის, რომ განისაზღვრონ მანქანის მძღოლის დამნაშავეობა (ეს არის სიჩქარე დამუხრუჭებამდე და დაჯახების დრო).
- ბ) შეფასება იმისა, რომ მანქანის კინეტიკური ენერჯის ცვლილება იგივეა, რაც ხახუნის საწინააღმდეგოდ შესრულებული მუშაობა, დამუხრუჭებისას.
- გ) მიღება ფორმულისა $v = (2\mu g s)^{1/2}$.
- დ) საკუთარი რეაქციის დროის განსაზღვრა.

გაკვეთილი 3

გაკვეთილის დასასრულს, მოსწავლეებს მოეთხოვებათ რომ შეძლონ:

- ა) ჩვენება იმისა, რომ ხახუნის კოეფიციენტი არის F/N .
- ბ) ექსპერიმენტალურად განსაზღვრონ სიდიდეები ხახუნის კოეფიციენტის გამოსათვლელად და გამოთვალონ ხახუნის კოეფიციენტი.
- გ) იმის განსაზღვრა, თუ რამდენი დრო დასჭირდა მანქანას დამუხრუჭებისათვის (გზაზე გაკეთებული დამუხრუჭების კვალის გამოყენებით).
- დ) მანქანის მძღოლის რეაქციის დროის განსაზღვრა, მანქანის მდებარეობის განსაზღვრა, როდესაც შუქნიშანი იყო წითელი და ბიჭმა დაიწყო გზის გადაკვეთა.

გაკვეთილი 4

გაკვეთილის დასასრულს, მოსწავლეებს მოეთხოვებათ რომ შეძლონ:

- ა) არგუმენტირებული მსჯელობის საშუალებით იმის განსაზღვრა ვინ არის დამნაშავე ამ ავტოსაგზაო შემთხვევაში.
- ბ) მივიდნენ კონსენსუსამდე და დასკვნამდე, რომელსაც ყველა მოსწავლე ეთანხმება.

მასწავლებლის დამხმარე მასალა

ავტოსაგზაო შემთხვევა - ვინ არის დამნაშავე?

თეორიული საკითხები, რომლებზეც უნდა გამახვილდეს ყურადღება კვლევის პროცესში:

1. ხახუნი, რომელიც აღიძვრება მანქანის საბურავებსა და გზის ზედაპირს შორის;
2. ძალა, რომელიც საჭიროა მანქანის ასამორავებლად;
3. უძრაობის ხახუნის ძალა;
4. მანქანის მოძრაობის პროცესში მანქანაზე მოქმედებს ძალა, რომელიც უზრუნველყოფს მისი მუდმივი სიჩქარით მოძრაობას;
5. როდესაც მანქანა ამუხრუჭებს, აღიძვრება სრიალის ხახუნის ძალა, რომელიც დამოკიდებულია მანქანის წონაზე;
6. რეაქციის ძალა, რომელიც ზედაპირის მართობია, რიცხობრივად ობიექტის წონის ტოლია;
7. ხახუნის თანაფარდობა რეაქციის ძალასთან არის მუდმივი სიდიდე და დამოკიდებულია მხოლოდ შემხებ ზედაპირებზე; მას ეწოდება ხახუნის კოეფიციენტი μ ($\mu = F/N$ ან $F = \mu N$);
8. μ სრიალის შემთხვევაში არის ოდნავ ნაკლები, ვიდრე უძრაობის ხახუნისთვის;
9. μ -ს მნიშვნელობა 0.7 ნიშნავს, რომ სრიალის ხახუნის ძალა რიცხობრივად არის 0.7 -ჯერ ობიექტის წონა. სწორედ μ -ს მნიშვნელობა არის გასაღები შემთხვევის გამომიებისათვის;
10. როდესაც მანქანა ამუხრუჭებს, აღიძვრება სრიალის ხახუნის ძალა.
 $F = \mu mg$ სადაც m - მანქანის მასა და g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.
11. ვივარაუდოთ რომ ავტომობილი მოძრაობს v სიჩქარით,
 მაშინ მისი კინეტიკური ენერჯია $E_k = \frac{1}{2} mv^2$
 როდესაც მანქანა იწყებს გაჩერებას, მასზე მოქმედებს სრიალის ხახუნის ძალა $F = \mu mg$
 ხახუნის ძალის მუშაობა - $A = -Fs = -\mu mgs$
 მანქანის გაჩერების მომენტში - $E_k = 0$
 კინეტიკური ენერჯიის ცვლილება ტოლია შესრულებული მუშაობისა:
 $0 - \frac{1}{2} mv^2 = -\mu mgs$ ან $v = (2\mu gs)^{\frac{1}{2}}$
12. 11 გვიჩვენებს რომ სამუხრუჭე მანძილი დამოკიდებულია მხოლოდ ხახუნის კოეფიციენტზე და მანქანის სიჩქარეზე, ის არ არის დამოკიდებული მანქანის მასაზე.

გამოთვლები ბიჭისთვის

ფეხით მოსიარულის საშუალო სიჩქარე (როგორც მოწმის მიერ არის მითითებული) = $5/2.9 = 1.72$ მ/წმ

მანძილი დარტყმამდე = 4.6 მ

დრო დარტყმის პოზიციამდე = $4.6/1.72 = 2.7$ წმ

გამოთვლები მანქანისთვის

სიჩქარე დარტყმის მომენტში იყო $10 \text{ კმ/სთ} = 2.78 \text{ მ/წმ}$

მანქანის სიჩქარე დამუხრუჭებამდე არის $v^2 - v_0^2 = -2as$, $a = \mu g$, $v_0^2 = v^2 + 2\mu g s$

$$(2.78^2 + 2 \cdot 0.76 \cdot 9.8 \cdot 19.8)^{1/2} = 17.4 \text{ მ/წმ}$$

$$17.4 \text{ მ/წმ} = 62.6 \text{ კმ/სთ}$$

$$\text{დამუხრუჭების დრო } t = (v - v_0)/a = (v - v_0)/(-\mu g) = (2.78 - 17.4)/(-0.76 \times 9.81) = 1.96 \text{ წმ}$$

თუ მძღოლის რეაქციის დროა 0.8 წმ , მაშინ დამუხრუჭების მანძილი + რეაქციის დროის შესაბამისი მანძილი არის $-19.8 + 0.8 \cdot 17.4 = 33.7 \text{ მ}$

$$\text{რეაქციის დროს + დამუხრუჭების დრო არის } -0.8 + 1.96 = 2.76 \text{ წმ}$$

$$\text{როდესაც ყვითელი შუქი აინთო, დრო შეჯახებამდე არის } -2.8 \text{ წმ} + 3.0 \text{ წმ} = 5.8 \text{ წმ}$$

თუ მანქანის მძღოლი გამოიყენებდა მუხრუჭებს ყვითელი შუქის ანთებისთანავე, მაშინ აიცილებდა ავტოსაგზაო შემთხვევას, ან ალტერნატიულ შემთხვევაში თუ მანქანის მძღოლი ივლიდა $40 \text{ კმ/სთ} = 11.1 \text{ მ/წმ}$ სიჩქარით, ასევე თავიდან აიცილებდა შემთხვევას.

გასაჩერებელი მანძილი დაკვირვების წერტილიდან ტოლია:

$$\text{სამუხრუჭე მანძილი } s = v_0^2 / 2a = 11.1^2 / (2 \cdot 0.76 \cdot 9.8) = 8.27 \text{ (მ)} ;$$

$$\text{რეაქციის დროის შესაბამისი მანძილი } s = vt = 11.1 \cdot 0.8 = 8.88 \text{ (მ)} ;$$

სულ $8.27 + 8.88 = 17.15 \text{ (მ)}$ (რაც ბევრად ნაკლებია ვიდრე 33.7 მ , მიღებული 62.6 კმ/სთ - თვის).

შესაძლო დასკვნა

1. მანქანის სიჩქარე დამუხრუჭებამდე იყო 62.6 კმ/სთ , რაც აჭარბებს სიჩქარის ლიმიტს.
2. მანქანის მძღოლს არ დაუმუხრუჭებია, როდესაც ყვითელი შუქმნიშანი აინთო. მძღოლმა მხოლოდ მაშინ დაამუხრუჭა, როდესაც ბიჭმა გადმოაბიჯა ტროტუარის ნაპირს.

მნიშვნელოვანი განაცხადი დასკვნის გასაკეთებლად იყო ის, რომ ბიჭმა დაიწყო გზის გადმოკვეთა, მაშინ როდესაც ფეხითმოსიარულის შუქმნიშანზე მწვანე სინათლე ენთო.

შესაძლებელია მეტი თვალსაჩინოებისათვის მოსწავლეებს დაურიგდეთ შემდეგი ცხრილი მონაცემთა აღსარიცხად.



შემუშავებულია: ჯეკ ჰოლბრუკის მიერ
 ორგანიზაცია: International Council of Associations for Science Education (ICASE), დიდი ბრიტანეთი

ადაპტირებულია: მარიკა კაპანაძის, ეკა სლოვინსკისა და PROFILES-ის მონაწილე პედაგოგების მიერ (2013-2014).

ორგანიზაცია: ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო
 ვებ-გვერდი: www.profiles-georgia.iliauni.edu.ge - ელ.ფოსტა: profiles.georgia@gmail.com



ცხრილი I მძღოლის მონაცემები

საწყისი სიჩქარე	სიჩქარე დამუხრუჭებვისას	სამუხრუჭე მანძილი	რეალურად განსაზღვრული სამუხრუჭე მანძილი	რეაქციის დროს გავლილი მანძილი	სამუხრუჭე დრო	რეაქციის დრო	სრული დრო აღქმიდან გაჩერებამდე

ცხრილი II ბიჭისა და მოწმის მონაცემები

ბიჭის მიერ გავლილი მანძილი	მოწმის მონაწილეობით დადგენილი სიჩქარე	ბორდიურიდან დაჯახებამდე დრო