

# Logică pentru Informatică

## Logica de ordinul I

**Examen - 16 Februarie 2022**

Subiect pentru studentul:

ARLA

Reguli:

- Citiți cu atenție subiectele.
- Subiectul este individual.
- Este permisă consultarea bibliografiei.
- Nu este permisă comunicarea cu alte persoane pentru rezolvarea subiectelor. Nu este permisă partajarea ciornelor sau rezolvărilor.
- Acolo unde se cere, scanați rezolvarea în format A4 într-un singur document PDF de maxim 2MB.

Înainte de a încărca soluția, verificați cu atenție calitatea scanării.

În cazul în care calitatea scanării este slabă, rezultatul va reflecta doar ce se observă în scanare fără efort.

- Soluția trebuie încărcată în documentul Google Forms de la adresa:

<https://forms.gle/4tjdtZMC53vJDCE69>.

- Soluțiile transmise prin orice alt canal de comunicare (e.g., Discord, email) nu sunt acceptate.
- Formularul nu permite încărcarea soluțiilor care nu sunt în format PDF sau au mai mult de 2MB.

0. Introduceți următorul cod în formularul Google:

E003

Introduceți numele dumneavoastră în formularul Google:

1. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Considerăm următoarea frază:

*Există numere complexe care nu sunt impare sau nu sunt divizibile cu 1.*

Care dintre formulele de mai jos poate fi o traducere fidelă a frazei de mai sus în LP1:

- (a)  $(\exists x'. (R'(x') \wedge (\neg \neg P_4(x') \rightarrow \neg S'(x'))))$
- (b)  $(\exists z_1. (I(z_1) \leftrightarrow (\neg P_4(z_1) \vee \neg S'(z_1))))$
- (c)  $(\exists x_2. (Q'(x_2) \wedge (\neg P_3(x_2) \vee \neg S_3(x_2))))$
- (d)  $(\forall z'. (Q(z') \wedge (\neg P'(z') \vee \neg S_3(z'))))$

2. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Care formulă dintre cele de mai jos este consecință semantică din mulțimea

$$\{(\forall x. (P(x) \rightarrow Q(x)))\}?$$

- (a)  $(\forall y. (\forall x. (P(x) \rightarrow Q(y))))$
- (b)  $(\forall x. (\forall y. (P(x) \rightarrow Q(y))))$
- (c)  $(\forall x. (P(x) \rightarrow (\exists y. Q(y))))$
- (d)  $(\forall x. (P(x) \rightarrow (\forall y. Q(y))))$

3. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Care formulă dintre cele de mai jos este echivalentă cu

$$(\neg(\forall x. Q(b)) \wedge \neg(\exists x. \neg P(y)))?$$

- (a)  $((\forall x. P(y)) \wedge \neg(\exists y. Q(b)))$
- (b)  $(\forall y. \neg(\neg P(x) \wedge Q(x)))$
- (c)  $(\exists y. \neg(P(a) \vee \neg P(x)))$
- (d)  $(\neg(\exists x. Q(y)) \wedge \neg(\exists x. \neg Q(b)))$

4. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Care formulă dintre cele de mai jos este nesatisfiabilă?

- (a)  $((\exists y. \neg P(a)) \rightarrow \neg(\exists x. P(y)))$
- (b)  $((\exists x. \neg P(b)) \wedge (\forall x. \neg Q(y)))$
- (c)  $(\exists x. \neg(\neg Q(y) \vee Q(y)))$
- (d)  $((\exists y. \neg P(b)) \vee (\forall x. P(a)))$

5. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Care formulă dintre cele de mai jos este validă?

- (a)  $(\forall y.(P(y) \rightarrow \neg Q(a)))$
- (b)  $(\neg(\exists y.\neg Q(x)) \wedge \neg(\exists x.Q(a)))$
- (c)  $\neg(\forall x.\neg(\neg Q(a) \rightarrow \neg Q(x)))$
- (d)  $(\neg(\forall x.\neg Q(a)) \wedge (\forall y.\neg P(b)))$

6. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Considerăm următoarea formulă:

$$(\neg P_1(y_1, e) \rightarrow (\forall y_1. \neg(R(y_1) \wedge P_1(y_1, z))))).$$

Care dintre formulele de mai jos este o formă normală prenex a acesteia?

- (a)  $(\forall z_1. (\neg(P_1(z_1, z) \wedge R(z_1)) \vee P_1(y_1, e)))$
- (b)  $(\exists z_1. ((P_1(z_1, z) \wedge R(z_1)) \rightarrow P_1(y_1, e)))$
- (c)  $(\exists y_1. ((R(y_1) \wedge P_1(y_1, z)) \rightarrow P_1(y_1, e)))$
- (d)  $(\forall z. (\neg(R(z) \wedge P_1(z, z)) \vee P_1(y_1, e)))$

7. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Considerăm următoarea formulă:

$$(\forall x. (\exists z_1. ((\neg N(i(z_1)) \vee \neg P_1(x_3, x_3)) \rightarrow P_1(x, b)))).$$

Care dintre formulele de mai jos este o închidere existențială a acesteia?

- (a)  $(\forall x. (\exists z_1. (\exists x_3. (\exists b. ((\neg N(i(z_1)) \vee \neg P_1(x_3, x_3)) \rightarrow P_1(x, b)))))$
- (b)  $(\exists x_3. (\forall x. (\exists z_1. ((\neg N(i(z_1)) \vee \neg P_1(x_3, x_3)) \rightarrow P_1(x, b)))))$
- (c)  $(\forall x. (\exists z_1. (\exists x_3. ((\neg N(i(z_1)) \vee \neg P_1(x_3, x_3)) \rightarrow P_1(x, b)))))$
- (d)  $(\forall x_3. (\forall x. (\exists z_1. ((\neg N(i(z_1)) \vee \neg P_1(x_3, x_3)) \rightarrow P_1(x, b)))))$

8. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Considerăm următoarea formulă:

$$(\forall y. (\exists x. (\exists x_1. ((\neg P_1(k_1(c), k_1(y)) \vee Q'(k_1(x))) \vee P_1(f(k_1(c), x_1), c)))).$$

Care dintre formulele de mai jos este o formă normală Skolem corespunzătoare acesteia?

- (a)  $(\forall x. ((\neg P_1(k_1(c), k_1(y)) \vee Q'(k_1(b))) \rightarrow P_1(f(k_1(c), i_1(c)), c)))$
- (b)  $(\exists x. (\exists x_1. ((\neg P_1(k_1(c), k_1(x)) \vee Q'(k_1(x))) \vee P_1(f(k_1(c), x_1), c))))$
- (c)  $(\forall y. ((\neg P_1(k_1(c), k_1(y)) \vee Q'(k_1(i_1(y)))) \vee P_1(f(k_1(c), k(y)), c)))$
- (d)  $(\forall x. ((\neg P_1(k_1(c), k_1(y)) \vee Q'(k_1(i_1(x_1)))) \rightarrow P_1(f(k_1(c), g(y, x)), c)))$

9. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Care problemă de unificare dintre cele de mai jos are cel puțin o soluție?

- (a)  $\{z \doteq f(i(a), i(a)), f(i(b), y) \doteq y\}$
- (b)  $\{z \doteq g(h(x), h(y)), f(i(x), b) \doteq y\}$
- (c)  $\{y \doteq f(a, h(a)), f(i(y), z) \doteq y\}$
- (d)  $\{z \doteq f(h(x), i(y)), f(h(y), h(x)) \doteq x\}$

10. Alegeți în formularul Google litera corespunzătoare răspunsului corect.

Considerăm următorul set de clauze:

$$\{P(h(i(x_3), i(c)), y_1) \vee \neg N(i(i(c))), N(i(x_3)) \vee \neg P(z, i(z)) \vee S_4(z, i(z), i(c)), \neg S_4(i(c), i(i(c)), h(i(x_3), i(c)))\}.$$

Care dintre clauzele de mai jos poate fi obținut prin aplicarea unei singure reguli de Rezoluție de ordinul I?

- (a)  $P(h(i(x_3), i(c)), y_1) \vee \neg P(z, i(z)) \vee S_4(z, i(z), i(c))$
- (b)  $\neg N(i(i(c))) \vee N(i(x_3))$
- (c)  $P(h(i(x_3), i(c)), y_1) \vee \neg P(z, i(z))$
- (d)  $S_4(z, i(z), i(c))$

11. Redactați pe o foaie A4 rezolvarea pentru exercițiul de mai jos.

Găsiți o demonstrație formală pentru următoarea secvență:

$$\{\neg(\neg p_3 \wedge \neg q'), \neg(p_3 \vee q')\} \vdash \perp$$

12. Redactați pe aceeași foaie A4 rezolvarea pentru exercițiul de mai jos și încărcați scanarea foi ca un fișier PDF.

Arătați că următoarea formulă propozițională este satisfiabilă folosind un raționament la nivel semantic:

$$((r \vee r) \leftrightarrow \neg p).$$