termvar, x, y, d Term-level variable

hole, h	::=			Hole
term_value, v	::=			Term value
	|	$\langle v_1 , \overline{v_2} \rangle_H$		Ampar
	|	$@h$		Destination
	|	$()$		Unit
	|	$\mathsf{Inl}\ v$		Left variant for sum
	|	$\mathsf{Inr}\ v$		Right variant for sum
	|	(v_1 , v_2)		Product
	|	$\lambda x . t$		Linear function
	|	(v)	S	
$\overline{\text{extended\_value}}$, $\overline{v}$	::=			Store value
	|	v		Term value
	|	h		Hole
	|	$\mathsf{Inl}\ \overline{v}$		Left variant with val or hole
	|	$\mathsf{Inr}\ \overline{v}$		Right variant with val or hole
	|	$(\overline{v_1} , \overline{v_2})$		Product with val or hole
	|	$(\overline{v})$	S	
	|	$\overline{v}[e]$	M	
term, t, u	::=			Term
	|	v		Term value
	|	x		Variable
	|	$t\ u$		Application
	|	$t \succ \mathbf{case}\ () \mapsto u$		Pattern-match on unit
	|	$t \succ \mathbf{case}\ \{ \mathsf{Inl}\ x_1 \mapsto u_1 ,\ \mathsf{Inr}\ x_2 \mapsto u_2 \}$		Pattern-match on sum
	|	$t \succ \mathbf{case}\ (x_1 , x_2) \mapsto u$		Pattern-match on product
	|	$t \succ \mathbf{mapL}\ x \mapsto u$		Map over the left side of the ampar
	|	$\mathbf{to}_{\ltimes}\ t$		Wrap t into a trivial ampar
	|	$\mathbf{from}_{\ltimes}\ t$		Extract value from trivial ampar
	|	$\mathbf{alloc}_{A}$		Return a fresh "identity" ampar object
	|	$t \triangleleft ()$		Fill destination with unit
	|	$t \triangleleft \mathsf{Inl}$		Fill destination with left variant
	|	$t \triangleleft \mathsf{Inr}$		Fill destination with right variant
	|	$t \triangleleft (,)$		Fill destination with product constructor
	|	$t \triangleleft\!\bullet\ u$		Fill destination with root of ampar u
	|	(t)	S	
	|	$t[\mathrm{sub}]$	M	
sub	::=			Variable substitution
	|	$x := v$		
	|	$\mathrm{sub}_1, \mathrm{sub}_2$		
	|	sub	S	
effect, e	::=			Effect
	|	ε		No effect
	|	$h := \overline{v}$		
	|	$e_1 \cdot e_2$		
	|	e	S	
type, **A**, **B**	::=			Type
	|	$\mathbf{1}$		Unit

	|	$\mathsf{A}_1 \oplus \mathsf{A}_2$		Sum
	|	$\mathsf{A}_1 \otimes \mathsf{A}_2$		Product
	|	$\mathsf{A}_1 \rtimes \mathsf{A}_2$		Ampar type (consuming A_1 yields A_2)
	|	$\mathsf{A}_1\ {}_{\mathtt{m}_1}\!\multimap \mathsf{A}_2$		Linear function
	|	A^{D}		Destination
	|	(A)	S	
$\mathtt{mode}$, $\mathtt{m}$	::=			Mode
	|	$\mathtt{L}$		Local
	|	$\mathtt{F}$		Foreign
	|	$\mathtt{G}$		Global
	|	$\mathtt{max\_mode}(\Gamma)$		
	|	**if** $\mathtt{mode\_cond}$ **then** $\mathtt{m}_3$ **else** $\mathtt{m}_4$		
$\mathtt{mode\_cond}$	::=			Mode statement
	|	$\mathtt{m}_1 = \mathtt{m}_2$		
	|	$\mathtt{m} \in$ **upper_modes** (Γ)		
	|	$\exists \mathtt{m} \in$ **upper_modes** (Γ)		
typing_context, Δ	::=			Typing context
	|	Γ		
	|	H		
	|	$\Gamma \sqcup \mathsf{H}$		
pos_context, Γ	::=			Positive typing context
	|	$\{\}$		
	|	$\{$pos_assigns$\}$		
	|	$\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2$		
	|	$-\mathsf{H}$		
	|	$\Gamma[\mathtt{m}_1 \mapsto \mathtt{m}_2]$		
	|	(Γ)	S	
pos_assign, pa	::=			Positive type assignment
	|	$\mathsf{x} :_{\mathtt{m}} \mathsf{A}$		
	|	$+h : \mathsf{A}$		Destination
pos_assigns	::=			Positive type assignments
	|	pa		
	|	pa, pos_assigns		
neg_assign, na	::=			Negative type assignment
	|	$-h : \mathsf{A}$		Hole
neg_assigns	::=			Negative type assignments
	|	na		
	|	na, neg_assigns		
neg_context, H	::=			Negative typing context
	|	$\{\}$		
	|	$\{$neg_assigns$\}$		
	|	$\mathsf{H}_1 \sqcup \mathsf{H}_2$		
	|	$-\Gamma$		
	|	(H)	S	

eff_app ::= Effect application

| $e, \bar{v}_{H}$
| **apply** (eff_app)
| e $\hat{:}$ eff_app

terminals ::=

| $\multimap$
| $\rtimes$
| $\mapsto$
| $()$
| **Inl**
| **Inr**
| $(,)$
| $\triangleleft$
| $\triangleleft\!\bullet$
| $:=$
| $\sqcup$
| $\uplus$
| $\{\}$
| $\exists$
| $\neq$
| $\leq$
| $\in$
| $\notin$
| $\subset$
| $\mathcal{N}$
| $\vdash$
| $\Vdash$
| $|$
| $\Downarrow$

formula ::=

| judgement

Ctx ::=

| $\mathsf{x} \in \mathcal{N}(\Delta)$
| $h \in \mathcal{N}(\Delta)$
| $\mathsf{x} \notin \mathcal{N}(\Delta)$
| $h \notin \mathcal{N}(\Delta)$
| **fresh** x
| **fresh** h
| pos_assign $\in \Gamma$
| neg_assign $\in$ H
| **onlyPositive** (Δ)
| **onlyNegative** (Δ)
| `mode_cond`

Eq ::=

| $\mathbf{A}_1 = \mathbf{A}_2$
| $\mathbf{A}_1 \neq \mathbf{A}_2$
| $\mathsf{t} = \mathsf{u}$
| $\mathsf{t} \neq \mathsf{u}$
| $\Delta_1 = \Delta_2$

	$\mid$	$\mathcal{N}(\Delta_1) \cap \mathcal{N}(\Delta_2) = \emptyset$
Ty	$::=$	
	$\mid$	$\Delta \Vdash e$
	$\mid$	$\Gamma \vdash \mathsf{v} \mid e : \mathbf{A}$
	$\mid$	$\Delta \Vdash \overline{\mathsf{v}} : \mathbf{A}$
	$\mid$	$\Gamma \vdash \mathsf{t} : \mathbf{A}$
Sem	$::=$	
	$\mid$	$\mathsf{eff\_app}_1 = \mathsf{eff\_app}_2$ (we assume effect lists are ε-terminated)
	$\mid$	$\mathsf{t} \Downarrow \mathsf{v} \mid e$
judgement	$::=$	
	$\mid$	Ctx
	$\mid$	Eq
	$\mid$	Ty
	$\mid$	Sem
user_syntax	$::=$	
	$\mid$	termvar
	$\mid$	*hole*
	$\mid$	term_value
	$\mid$	extended_value
	$\mid$	term
	$\mid$	sub
	$\mid$	*effect*
	$\mid$	**type**
	$\mid$	`mode`
	$\mid$	`mode_cond`
	$\mid$	typing_context
	$\mid$	pos_context
	$\mid$	pos_assign
	$\mid$	pos_assigns
	$\mid$	neg_assign
	$\mid$	neg_assigns
	$\mid$	neg_context
	$\mid$	eff_app
	$\mid$	terminals

$\boxed{\mathsf{x} \in \mathcal{N}(\Delta)}$

$\boxed{h \in \mathcal{N}(\Delta)}$

$\boxed{\mathsf{x} \notin \mathcal{N}(\Delta)}$

$\boxed{h \notin \mathcal{N}(\Delta)}$

$\boxed{\textbf{fresh}\ \mathsf{x}}$

$\boxed{\textbf{fresh}\ h}$

$\boxed{\mathsf{pos\_assign} \in \Gamma}$

$\boxed{\mathsf{neg\_assign} \in \mathsf{H}}$

$\boxed{\textbf{onlyPositive}\ (\Delta)}$

$\boxed{\textbf{onlyNegative}\ (\Delta)}$

$\boxed{\mathtt{mode\_cond}}$

$\boxed{\mathbf{A}_1 = \mathbf{A}_2}$

$\boxed{\mathsf{A}_1 \neq \mathsf{A}_2}$

$\boxed{\mathsf{t} = \mathsf{u}}$

$\boxed{\mathsf{t} \neq \mathsf{u}}$

$\boxed{\Delta_1 = \Delta_2}$

$\boxed{\mathcal{N}(\Delta_1) \cap \mathcal{N}(\Delta_2) = \emptyset}$

$\boxed{\Delta \Vdash e}$

$$\frac{}{\{\} \sqcup \{\} \Vdash \varepsilon} \quad \textsc{TyEff\_NoEff}$$

$$\frac{\Gamma \sqcup \mathsf{H} \Vdash \overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A} \qquad h \notin \mathcal{N}(\Gamma)}{\Gamma \sqcup \{+h : \mathsf{A}\} \sqcup \mathsf{H} \Vdash h \coloneqq \overline{\mathsf{v}}} \quad \textsc{TyEff\_Single}$$

$$\frac{\Gamma_1 \sqcup \mathsf{H}_1 \sqcup \mathsf{H} \Vdash e_1 \qquad \Gamma_2 \sqcup -\mathsf{H} \sqcup \mathsf{H}_2 \Vdash e_2 \qquad \mathcal{N}(\Gamma_1 \sqcup \mathsf{H}_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2 \sqcup \mathsf{H}_2) = \emptyset}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \sqcup \mathsf{H}_1 \sqcup \mathsf{H}_2 \Vdash e_1 \cdot e_2} \quad \textsc{TyEff\_Union}$$

$\boxed{\Gamma \vdash \mathsf{v} \mid e : \mathsf{A}}$

$$\frac{\Gamma_1 \sqcup -\mathsf{H} \vdash \mathsf{v} : \mathsf{A} \qquad \Gamma_2 \sqcup \mathsf{H} \Vdash e \qquad \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash \mathsf{v} \mid e : \mathsf{A}} \quad \textsc{TyCmd\_Cmd}$$

$\boxed{\Delta \Vdash \overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A}}$

$$\frac{}{\{\} \sqcup \{-h : \mathsf{A}\} \Vdash h : \mathsf{A}} \quad \textsc{TyValExt\_Hole}$$

$$\frac{}{\{+h : \mathsf{A}\} \sqcup \{\} \Vdash @h : \mathsf{A}^{\mathsf{D}}} \quad \textsc{TyValExt\_Dest}$$

$$\frac{}{\{\} \sqcup \{\} \Vdash () : \mathbf{1}} \quad \textsc{TyValExt\_Unit}$$

$$\frac{\Gamma \sqcup \mathsf{H} \Vdash \overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A}_1}{\Gamma \sqcup \mathsf{H} \Vdash \mathsf{Inl}\,\overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A}_1 \oplus \mathsf{A}_2} \quad \textsc{TyValExt\_Inl}$$

$$\frac{\Gamma \sqcup \mathsf{H} \Vdash \overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A}_2}{\Gamma \sqcup \mathsf{H} \Vdash \mathsf{Inr}\,\overline{\mathsf{v}} : \mathsf{A}_1 \oplus \mathsf{A}_2} \quad \textsc{TyValExt\_Inr}$$

$$\frac{\Gamma_1 \sqcup \mathsf{H}_1 \Vdash \overline{\mathsf{v}_1} : \mathsf{A}_1 \qquad \Gamma_2 \sqcup \mathsf{H}_2 \Vdash \overline{\mathsf{v}_2} : \mathsf{A}_2 \qquad \mathcal{N}(\Gamma_1 \sqcup \mathsf{H}_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2 \sqcup \mathsf{H}_2) = \emptyset}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \sqcup \mathsf{H}_1 \sqcup \mathsf{H}_2 \Vdash (\overline{\mathsf{v}_1}, \overline{\mathsf{v}_2}) : \mathsf{A}_1 \otimes \mathsf{A}_2} \quad \textsc{TyValExt\_Prod}$$

$$\frac{\Gamma_1 \sqcup -\mathsf{H} \sqcup \{\} \Vdash \mathsf{v}_1 : \mathsf{A}_1 \qquad \Gamma_2 \sqcup \mathsf{H} \Vdash \overline{\mathsf{v}_2} : \mathsf{A}_2 \qquad \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \sqcup \{\} \Vdash \langle \mathsf{v}_1 \mathbin{,} \overline{\mathsf{v}_2} \rangle_{\mathsf{H}} : \mathsf{A}_1 \ltimes \mathsf{A}_2} \quad \textsc{TyValExt\_Ampar}$$

$$\frac{\Gamma \sqcup \{\mathsf{x} :_{\mathtt{m}_1} \mathsf{A}_1\} \vdash \mathsf{t} : \mathsf{A}_2}{\Gamma \sqcup \{\} \Vdash \lambda \mathsf{x} \,.\, \mathsf{t} : \mathsf{A}_1 \,{}_{\mathtt{m}_1}\!\!\multimap \mathsf{A}_2} \quad \textsc{TyValExt\_Lambda}$$

$\boxed{\Gamma \vdash \mathsf{t} : \mathsf{A}}$

$$\frac{\Gamma \sqcup \{\} \Vdash \mathsf{v} : \mathsf{A}}{\Gamma \vdash \mathsf{v} : \mathsf{A}} \quad \textsc{TyTerm\_Val}$$

$$\frac{}{\{\mathsf{x} :_{\mathtt{m}} \mathsf{A}\} \vdash \mathsf{x} : \mathsf{A}} \quad \textsc{TyTerm\_Var}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : A_1 \ {}_{m_1}\!\!\multimap A_2 \\ \Gamma_2 \vdash u : A_1 \\ m_1 \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_2) \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t\ u : A_2}\ \textsc{TyTerm\_App}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : 1 \\ \Gamma_2 \vdash u : B \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t \succ \mathbf{case}\ () \mapsto u : B}\ \textsc{TyTerm\_PatUnit}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : A_1 \oplus A_2 \\ \exists m \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_1) \\ \Gamma_2 \sqcup \{x_1 :_m A_1\} \vdash u_1 : B \\ \Gamma_2 \sqcup \{x_2 :_m A_2\} \vdash u_2 : B \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t \succ \mathbf{case}\ \{\, \mathsf{Inl}\, x_1 \mapsto u_1\, ,\ \mathsf{Inr}\, x_2 \mapsto u_2 \,\} : B}\ \textsc{TyTerm\_PatSum}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : A_1 \otimes A_2 \\ \exists m \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_1) \\ \Gamma_2 \sqcup \{x_1 :_m A_1, x_2 :_m A_2\} \vdash u : B \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t \succ \mathbf{case}\ (x_1\, ,\, x_2) \mapsto u : B}\ \textsc{TyTerm\_PatProd}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : A_1 \rtimes A_2 \\ \exists m' \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2) \\ m = \mathbf{if}\ \mathtt{F} \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_1)\ \mathbf{then}\ \mathtt{F}\ \mathbf{else}\ \mathtt{L} \\ \Gamma_2[\mathtt{L} \mapsto \mathtt{F}] \sqcup \{x :_m A_1\} \vdash u : B \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t \succ \mathbf{mapL}\ x \mapsto u : B \rtimes A_2}\ \textsc{TyTerm\_MapAmpar}$$

$$\frac{}{\{\} \vdash \mathbf{alloc}_A : A^D \rtimes A}\ \textsc{TyTerm\_Alloc}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : A}{\Gamma \vdash \mathbf{to}_{\rtimes}\ t : 1 \rtimes A}\ \textsc{TyTerm\_ToAmpar}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : 1 \rtimes A}{\Gamma \vdash \mathbf{from}_{\rtimes}\ t : A}\ \textsc{TyTerm\_FromAmpar}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : 1^D}{\Gamma \vdash t \triangleleft () : 1}\ \textsc{TyTerm\_FillUnit}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : (A_1 \oplus A_2)^D}{\Gamma \vdash t \triangleleft \mathsf{Inl} : {A_1}^D}\ \textsc{TyTerm\_FillInl}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : (A_1 \oplus A_2)^D}{\Gamma \vdash t \triangleleft \mathsf{Inr} : {A_2}^D}\ \textsc{TyTerm\_FillInr}$$

$$\frac{\Gamma \vdash t : (A_1 \otimes A_2)^D}{\Gamma \vdash t \triangleleft (,) : {A_1}^D \otimes {A_2}^D}\ \textsc{TyTerm\_FillProd}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash t : {A_2}^D \\ \Gamma_2 \vdash u : A_1 \rtimes A_2 \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset \\ \mathtt{L} \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_1) \\ \mathtt{F} \in \mathbf{upper\_modes}\,(\Gamma_2)\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash t \triangleleft\!\bullet\, u : A_1}\ \textsc{TyTerm\_FillCompL}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma_1 \vdash \mathsf{t} : \mathsf{A}_2{}^{\mathsf{D}} \\ \Gamma_2 \vdash \mathsf{u} : \mathsf{A}_1 \rtimes \mathsf{A}_2 \\ \mathcal{N}(\Gamma_1) \cap \mathcal{N}(\Gamma_2) = \emptyset \\ \mathtt{F} \in \mathsf{upper\_modes}\,(\Gamma_1) \\ \mathtt{G} \in \mathsf{upper\_modes}\,(\Gamma_2)\end{array}}{\Gamma_1 \sqcup \Gamma_2 \vdash \mathsf{t} \triangleleft\!\bullet\, \mathsf{u} : \mathsf{A}_1} \quad \textsc{TyTerm\_FillCompF}$$

$\boxed{\mathsf{eff\_app}_1 = \mathsf{eff\_app}_2}$ (we assume effect lists are ε-terminated)

$$\frac{}{\mathsf{apply}\,(\varepsilon,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H}}) = \varepsilon,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H}}} \quad \textsc{EffApp\_NoEff}$$

$$\frac{h \notin \mathcal{N}\,(\mathsf{H})}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq \overline{\mathsf{v}'} \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H}}) = h \coloneqq \overline{\mathsf{v}'} \;\hat{\cdot}\; \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H}})} \quad \textsc{EffApp\_Skip}$$

$$\frac{}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq () \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h:1\}}) = \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}[h \coloneqq ()]\,_{\mathsf{H}})} \quad \textsc{EffApp\_FillUnit}$$

$$\frac{}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq \mathsf{Inl}\, h' \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h:\mathsf{A}_1 \oplus \mathsf{A}_2\}}) = \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}[h \coloneqq \mathsf{Inl}\, h']\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h':\mathsf{A}_1\}})} \quad \textsc{EffApp\_FillInl}$$

$$\frac{}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq \mathsf{Inr}\, h' \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h:\mathsf{A}_1 \oplus \mathsf{A}_2\}}) = \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}[h \coloneqq \mathsf{Inr}\, h']\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h':\mathsf{A}_2\}})} \quad \textsc{EffApp\_FillInr}$$

$$\frac{}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq (h_1\,,\, h_2) \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h:\mathsf{A}_1 \otimes \mathsf{A}_2\}}) = \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}[h \coloneqq (h_1\,,\, h_2)]\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h_1:\mathsf{A}_1, -h_2:\mathsf{A}_2\}})} \quad \textsc{EffApp\_FillProd}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\Gamma' \sqcup \mathsf{H}' \Vdash \overline{\mathsf{v}'} : \mathsf{A} \\ \mathcal{N}(\mathsf{H} \sqcup \{-h : \mathsf{A}\}) \cap \mathcal{N}(\mathsf{H}') = \emptyset\end{array}}{\mathsf{apply}\,(h \coloneqq \overline{\mathsf{v}'} \cdot e,\, \overline{\mathsf{v}}\,_{\mathsf{H} \sqcup \{-h:\mathsf{A}\}}) = \mathsf{apply}\,(e,\, \overline{\mathsf{v}}[h \coloneqq \overline{\mathsf{v}'}]\,_{\mathsf{H} \sqcup \mathsf{H}'})} \quad \textsc{EffApp\_FillComp} \quad \text{(Encompasses all other } \textsc{Fill} \text{ rules)}$$

$\boxed{\mathsf{t} \Downarrow \mathsf{v} \mid e}$

$$\frac{}{\mathsf{v} \Downarrow \mathsf{v} \mid \varepsilon} \quad \textsc{BigStep\_Val}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t}_1 \Downarrow \lambda \mathsf{x}\,.\,\mathsf{u} \mid e_1 \\ \mathsf{t}_2 \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_2 \\ \mathsf{u}[\mathsf{x} \coloneqq \mathsf{v}_2] \Downarrow \mathsf{v}_3 \mid e_3\end{array}}{\mathsf{t}_1\, \mathsf{t}_2 \Downarrow \mathsf{v}_3 \mid e_1 \cdot e_2 \cdot e_3} \quad \textsc{BigStep\_App}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t}_1 \Downarrow () \mid e_1 \\ \mathsf{t}_2 \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_2\end{array}}{\mathsf{t}_1 \succ \mathsf{case}\, () \mapsto \mathsf{t}_2 \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_1 \cdot e_2} \quad \textsc{BigStep\_PatUnit}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t} \Downarrow \mathsf{Inl}\, \mathsf{v}_1 \mid e_1 \\ \mathsf{u}_1[\mathsf{x}_1 \coloneqq \mathsf{v}_1] \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_2\end{array}}{\mathsf{t} \succ \mathsf{case}\,\{\,\mathsf{Inl}\, \mathsf{x}_1 \mapsto \mathsf{u}_1\,,\ \mathsf{Inr}\, \mathsf{x}_2 \mapsto \mathsf{u}_2\,\} \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_1 \cdot e_2} \quad \textsc{BigStep\_PatInl}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t} \Downarrow \mathsf{Inr}\, \mathsf{v}_1 \mid e_1 \\ \mathsf{u}_2[\mathsf{x}_2 \coloneqq \mathsf{v}_1] \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_2\end{array}}{\mathsf{t} \succ \mathsf{case}\,\{\,\mathsf{Inl}\, \mathsf{x}_1 \mapsto \mathsf{u}_1\,,\ \mathsf{Inr}\, \mathsf{x}_2 \mapsto \mathsf{u}_2\,\} \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_1 \cdot e_2} \quad \textsc{BigStep\_PatInr}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t} \Downarrow (\mathsf{v}_1\,,\, \mathsf{v}_2) \mid e_1 \\ \mathsf{u}[\mathsf{x}_1 \coloneqq \mathsf{v}_1, \mathsf{x}_2 \coloneqq \mathsf{v}_2] \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_2\end{array}}{\mathsf{t} \succ \mathsf{case}\,(\mathsf{x}_1\,,\, \mathsf{x}_2) \mapsto \mathsf{u} \Downarrow \mathsf{v}_2 \mid e_1 \cdot e_2} \quad \textsc{BigStep\_PatProd}$$

$$\frac{\begin{array}{l}\mathsf{t} \Downarrow \langle \mathsf{v}_1 \,{\scriptstyle{9}}\, \overline{\mathsf{v}_2} \rangle_{\mathsf{H}} \mid e_1 \\ \mathsf{u}[\mathsf{x} \coloneqq \mathsf{v}_1] \Downarrow \mathsf{v}_3 \mid e_2 \\ e_3,\, \overline{\mathsf{v}_4}\,_{\mathsf{H}'} = \mathsf{apply}\,(e_2,\, \overline{\mathsf{v}_2}\,_{\mathsf{H}})\end{array}}{\mathsf{t} \succ \mathsf{mapL}\, \mathsf{x} \mapsto \mathsf{u} \Downarrow \langle \mathsf{v}_3 \,{\scriptstyle{9}}\, \overline{\mathsf{v}_4} \rangle_{\mathsf{H}'} \mid e_1 \cdot e_3} \quad \textsc{BigStep\_MapAmpar}$$

$$\frac{\mathsf{fresh}\; h}{\mathsf{alloc}_{\mathsf{A}} \Downarrow \langle @h \,{\scriptstyle{9}}\, h \rangle_{\{-h:\mathsf{A}\}} \mid \varepsilon} \quad \textsc{BigStep\_Alloc}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow \mathsf{v} \mid e}{\mathbf{to}_{\ltimes}\ \mathsf{t} \Downarrow \langle (),\ \mathsf{v} \rangle_{\{\}} \mid e} \quad \textsc{BigStep\_ToAmpar}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow \langle (),\ \mathsf{v} \rangle_{\{\}} \mid e}{\mathbf{from}_{\ltimes}\ \mathsf{t} \Downarrow \mathsf{v} \mid e} \quad \textsc{BigStep\_FromAmpar}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow @h \mid e}{\mathsf{t} \triangleleft () \Downarrow () \mid e \cdot h \coloneqq ()} \quad \textsc{BigStep\_FillUnit}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow @h \mid e \qquad \mathbf{fresh}\ h'}{\mathsf{t} \triangleleft \mathsf{Inl} \Downarrow @h' \mid e \cdot h \coloneqq \mathsf{Inl}\ h'} \quad \textsc{BigStep\_FillInl}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow @h \mid e}{\mathsf{t} \triangleleft \mathsf{Inr} \Downarrow @h' \mid e \cdot h \coloneqq \mathsf{Inr}\ h'} \quad \textsc{BigStep\_FillInr}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow @h \mid e \qquad \mathbf{fresh}\ h_1 \qquad \mathbf{fresh}\ h_2}{\mathsf{t} \triangleleft (,) \Downarrow (@h_1,\ @h_2) \mid e \cdot h \coloneqq (h_1,\ h_2)} \quad \textsc{BigStep\_FillProd}$$

$$\frac{\mathsf{t} \Downarrow @h \mid e_1 \qquad \mathsf{u} \Downarrow \langle \mathsf{v}_1,\ \overline{\mathsf{v}_2} \rangle_{\mathsf{H}} \mid e_2}{\mathsf{t} \triangleleft\!\bullet\, \mathsf{u} \Downarrow \mathsf{v}_1 \mid e_1 \cdot e_2 \cdot h \coloneqq \overline{\mathsf{v}_2}} \quad \textsc{BigStep\_FillComp}$$

```
Definition rules:         50 good    0 bad
Definition rule clauses: 134 good    0 bad
```